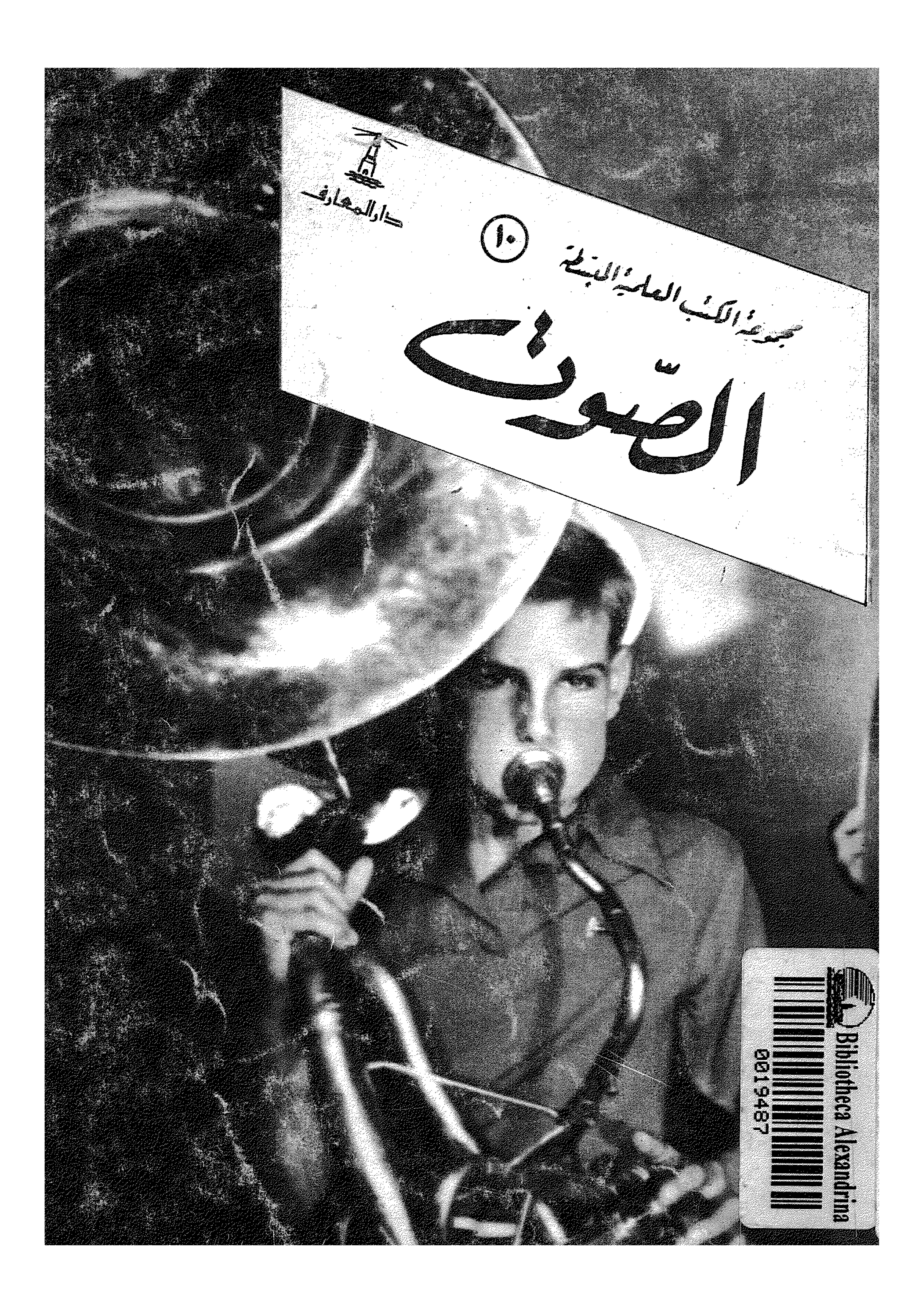
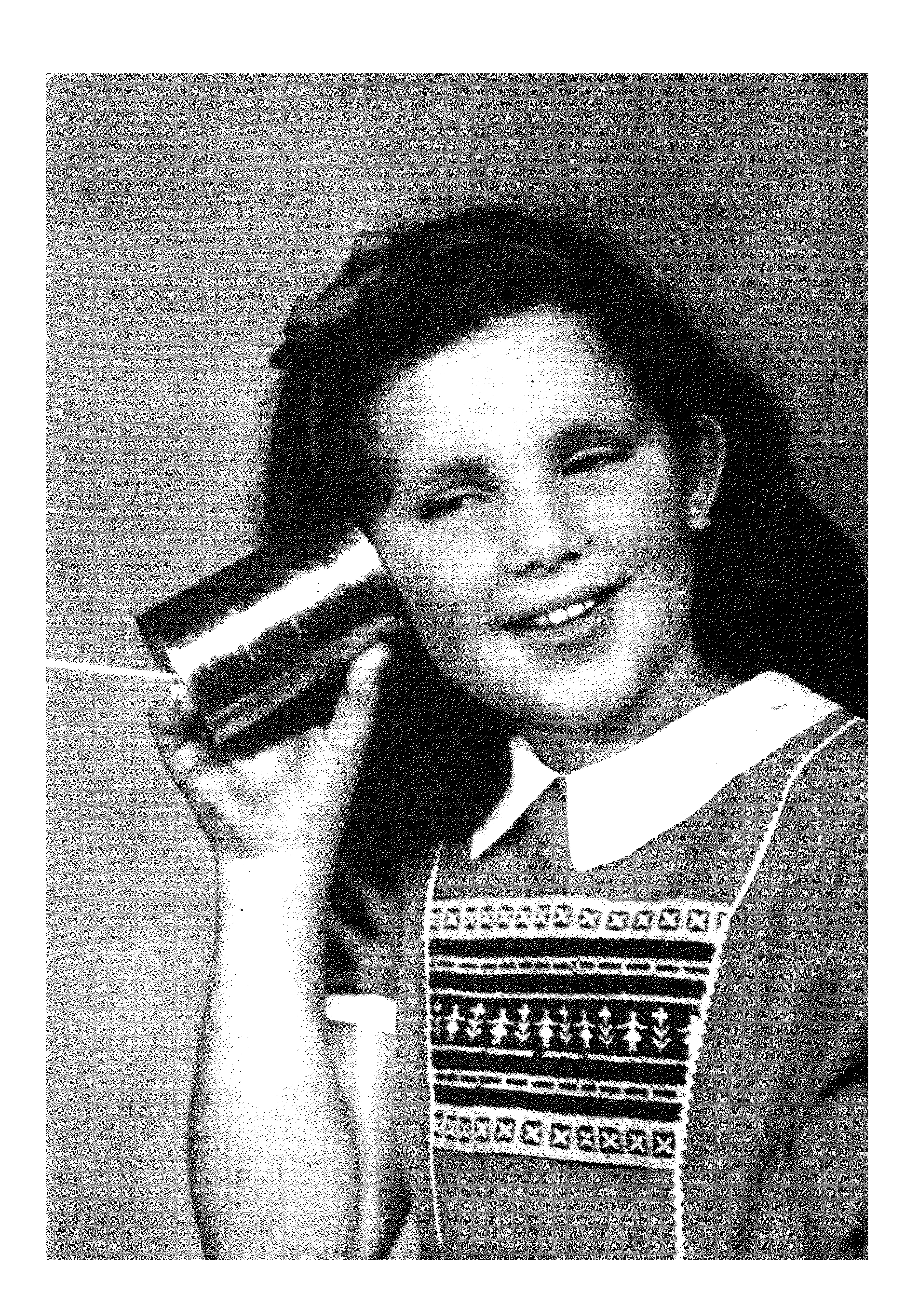

دار المعارف
مجموعة الكتب العلمية المبسطة ١٠
الصّوت
Bibliotheca Alexandrina
0019487



مجموعة الكتب العلمية المبسطة

١٠

الصوت

تأليف

برتا موريس باركر

ترجمة

صلاح الدين سعيد   إدوار رياض

مراجعة

الدكتور محمد صابر سليم

هذه الترجمة مرخص بها وقد قامت الجمعية المصرية
لنشر المعرفة والثقافة العالمية بشراء حق الترجمة من صاحب هذا الحق

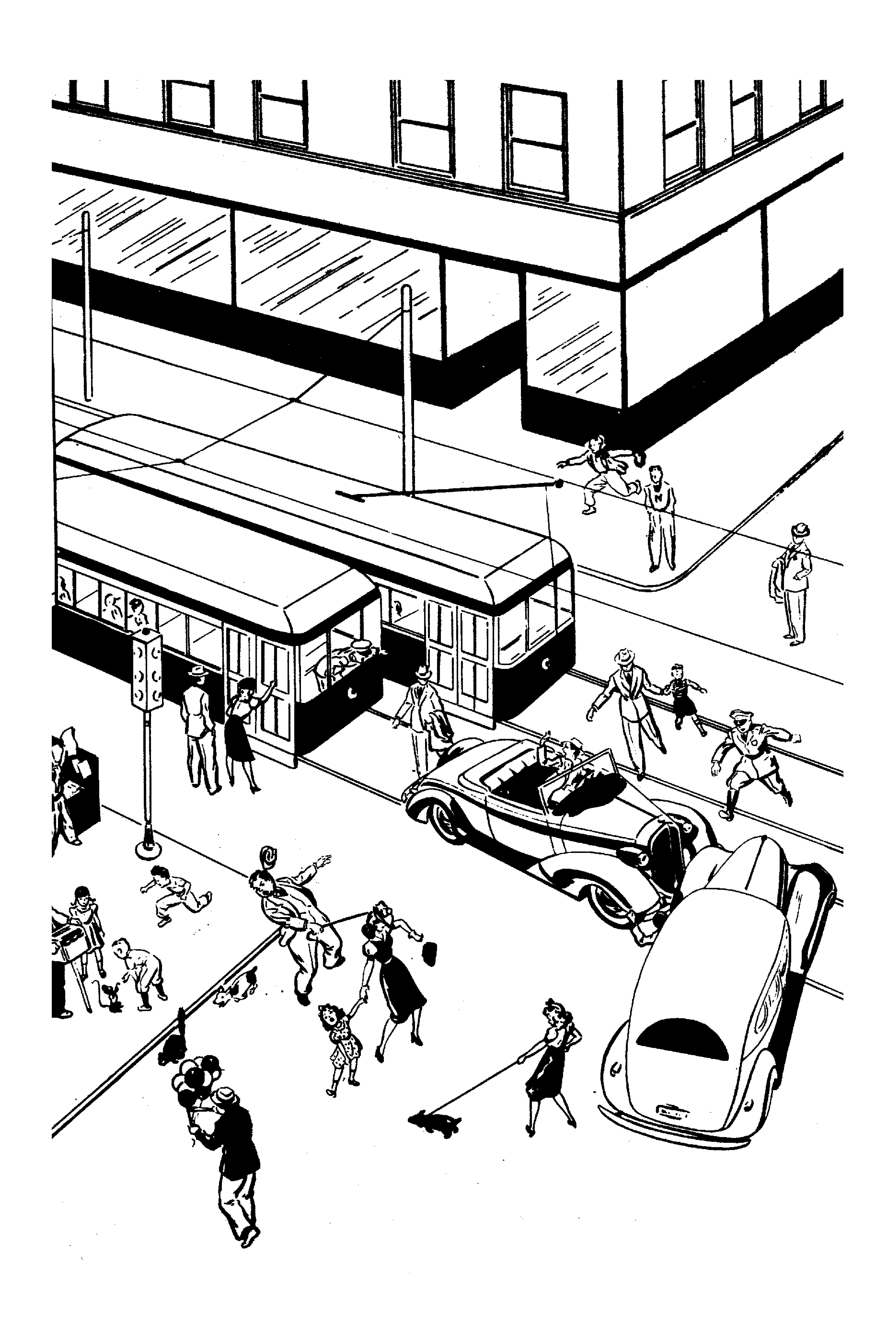
This is an authorized translation of SOUND by Bertha Morris Parker. Copyright 1944, 1952 by Row, Peterson and Company. This arabic language edition is authorized for publication by Western Printing and Lithographing Company, Racine, Wisconsin, U.S.A.

الطبعة السابعة

الناشر

دار المعارف

بالاشتراك مع الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية



الصوت

ما الذى يُحدث الصوت :

السيارات تملأ الشوارع بضجيجها ، والناس يسرعون فى طريقهم ، يتحدث كل منهم إلى الآخر ، وينادى باعة الصحف بالعنوانات البارزة فى صحفهم ، ويدوّى صوت فرقعة بأنبوبة العادم فى سيارة ، وتزمجر فرامل السيارة التالية لها عندما يوقفها الضوء الأحمر ، وتضج مركبات نقل البضائع الكبيرة ، ويصفر الشرطى ، فما أكثر تعدد الأصوات فى شارع مزدحم !

بعض هذه الأصوات صاخب عال ، وبعضها هادئ ، وبعضها حاد رفيع ، وبعضها غليظ ، وبعضها لطيف سار ، وبعضها الآخر منكر ، ولكنها جميعاً تحدث بالطريقة نفسها وتحدث كلها نتيجة للحركة ، فإذا لم يتحرك شىء ما على الأرض ، لم يكن هناك أى صوت ، من أى نوع .

إن شريط المطاط الملقى فى صندوق لا يحدث أى صوت ، وكذلك شريط المطاط المشدود فى أعلى صندوق مفتوح لا يحدث أى صوت ، ولكن إذا جذبت شريط المطاط بإصبعك فإنه يحدث صوتاً ، ويحدث الصوت لأنك دفعته فعلا إلى الحركة ، إلى الخلف وإلى الأمام .

وإذا تحرك أى جسم إلى الخلف وإلى الأمام ، فإننا نقول إنه يهتز ، ويمكنك أن تشاهد شريط المطاط وهو يهتز بعد أن تشده .

لقد قيل لك إن كل صوت ناتج عن حركة ، ونكون أكثر دقة لو قلنا إن كل صوت ينتج عن الاهتزاز .



نرى البنت فى هذه الصورة ممسكة بشوكة رنانة ، والشوكة الرنانة تحدث رنيناً هادئاً عندما تضرب فرعيها ، وذلك لأنك تدفع هذين الفرعين إلى الاهتزاز .

وفرعا الشوكة يتحركان فى مسافة صغيرة ولكن بسرعة ، ومن الصعب أن تشاهد اهتزازهما ، أما الصورة التى فى الصفحة المقابلة (صفحة ٥) فإنها تدل بطريقة واضحة على اهتزاز الفرعين ، وتلاحظ قطرات الماء التى دفعتها الشوكة عند اهتزازها إلى الخلف وإلى الأمام . وإذا حاولت القيام بهذه التجربة بنفسك فكن حريصاً على أن تمسك الشوكة بحيث يلمس طرفاها سطح الماء .

وتريك الصورة فى الصفحة السادسة شكلاً مكبراً لخط متموج ناتج من شوكة رنانة ، وتكفى شعرة صلبة مثبتة فى أحد طرفى الشوكة لإحداث هذا الخط ، فلو طرقت الشوكة ، وكانت الشعرة ملامسة لقطعة من الورق مغطاة بالسناج « سواد الفحم » ثم حركت الورقة فى اتجاه واحد لحصلت على خط مثله .

وهذه التجربة تساعدك على فهم الكيفية التى رسم بها هذا الخط .

ضع قلمك الرصاص على قطعة من الورق ، ثم حركه قليلاً من جانب إلى آخر ، ثم دع شخصاً يجذب الورق من تحته ببطء ، فسوف تجد أن قلم الرصاص يرسم خطاً متموجاً .



وعندما يدق جرس الباب ، تضرب المطرقة طرف الجرس ، فتجعله يهتز ، وفى المنبه الذى يوقظك فى الصباح جرس يتذبذب بالطريقة نفسها .

وعندما تهتز أوراق الشجرة تجعلها الريح تهتز ، وعندما يقفل الباب بشدة ، يأخذ خشب الباب فى الاهتزاز .

وعندما تضرب قطرات المطر زجاج النافذة ، تهز الزجاج ، ووميض البرق يدفع الهواء الذى يمر خلاله لأن يهتز ، فيسبب الرعد .

ألم تضع ذات مرة قوقعة بحرية كبيرة بجانب أذنك ؟ إذا كنت قد فعلت هذا ، فهل سمعت هديراً كأمواج البحر ؟ والقواقع البحرية هى قواقع الحلزون البحرى ، ويعتقد كثير من الناس أن الصوت الذى يسمعونه فى قوقعة بحرية هو هدير البحر حقيقة ، ولكنه فى الواقع ليس كذلك ، فإن هدير البحر لا يمكن أن يحجز فى قوقعة ، ولكن الصوت ناتج من اهتزاز الهواء داخل القوقعة البحرية نفسها .

وكثيراً ما تسمع أصواتاً ويمكنك أن تتعرفها بسهولة ، ولكنك واثق من أن هناك أصواتاً أخرى تسمعها كل يوم ولا تعرفها ، فإذا شئت أن تقوم بعمل الشرطة السرى لتقتفى أثر بعض تلك الأصوات ، فكن واثقاً أنك ستصل فى النهاية إلى شىء يهتز فيحدث صوتاً .

كيف ينتقل الصوت ؟

كان نبيل وفريد يعسكران فى مخيمهما فى الغابة لقضاء الليل ، وكانا قد ذهبا للنوم فى الخيمة عندما بدأت بومة تنعق ، ثم صاح طائر بحرى فى البحيرة القريبة ، ثم لم يلبث أن سقط غصن من إحدى الأشجار ، وبدأت بعض الحيوانات تحدث خشخشة فى أوراق الأشجار القريبة من الخيمة ، ولم يتمكن الولدان من النوم ، فقال نبيل :

ليتنا كنا فى القمر.

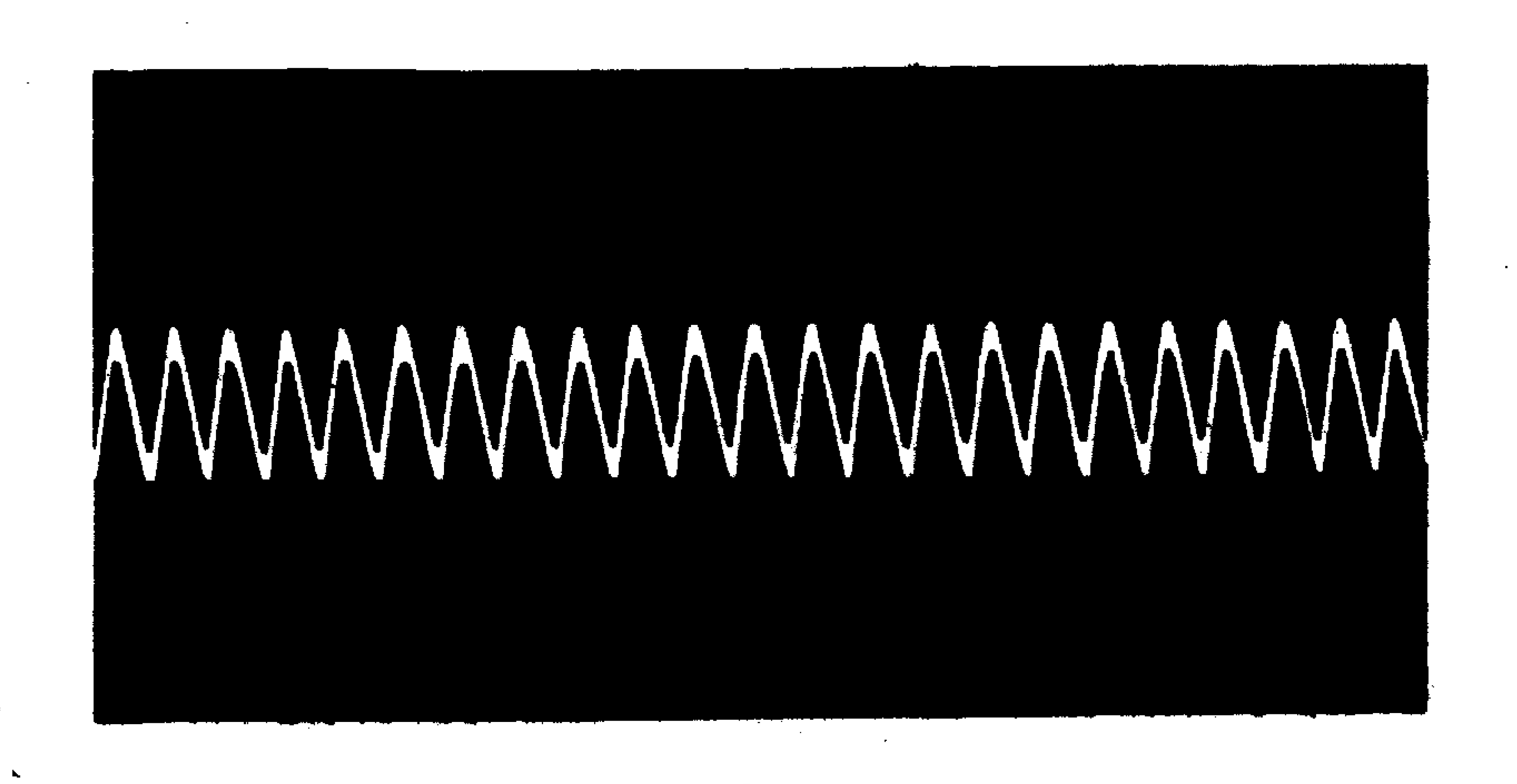
ولما سأله فريد عن السبب ، أجاب بقوله : « لأنه ليس هناك أى ضوضاء تقلق راحتنا ، لأنه ليس للقمر غلاف جوى مثل أرضنا » (أى ليس محاطاً بالهواء الجوى) .

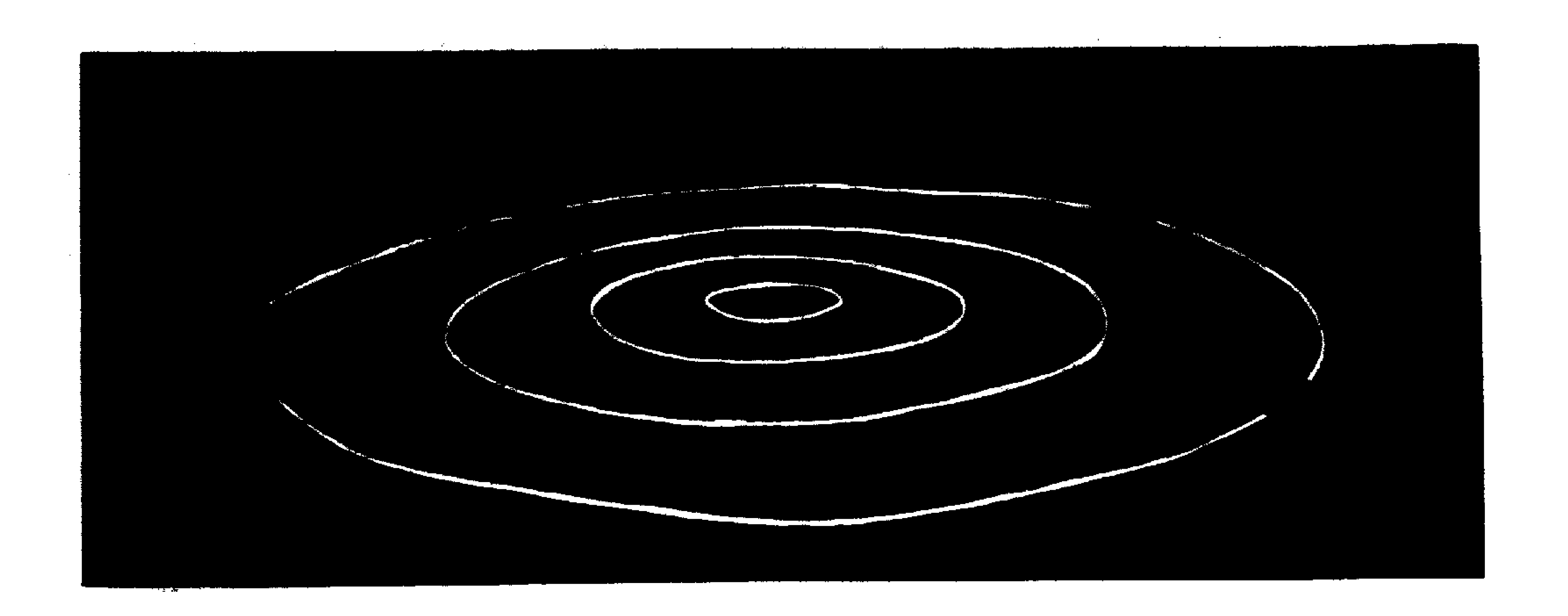
وكان نبيل على حق ، فإن القمر مكان هادئ تماماً ، لأن غلافه الجوى ضئيل ، أو ليس له غلاف مطلقاً .

فالصوت ناتج من اهتزازات ، ولكن لابد من وسط يحمل الصوت إلى آذاننا ، فلا يمكن للصوت أن ينتقل فى مكان فارغ .

ولنفرض أن جرساً كهربياً يدق ، فإن طرف الجرس يتذبذب ، وتحرُّك المعدن إلى الخلف وإلى الأمام يبعث موجات صوتية فى الهواء المحيط به ، وهذه الموجات الصوتية تشبه نوعاً من التموجات التى نشاهدها على سطح بركة من الماء عندما تلقى فيها حصاة .

لكنْ هناك اختلافان هامان بين الموجات الصوتية وتموجات ماء البركة ، فإن فى





إمكانك أن تشاهد التموجات وهى تتحرك على سطح الماء ، أما الموجات الصوتية فلا يمكنك أن تشاهدها وهى تتحرك فى جميع الاتجاهات .

وهناك تجربة كثيراً ما تعمل لتبين أن الصوت لا يمكن أن ينتقل فى الأماكن الفارغة ، فيوضع جرس داخل ناقوس زجاجى ، ثم يفرغ الهواء من الإناء بمضخة هوائية ، وعندما يدق الجرس ، لا يمكنك أن تسمعه لأن الصوت لا يمكن أن ينتقل خلال الفراغ المحيط به .

وتنفجر بعض النجوم أحياناً ، ولكنا لا نسمع صوت انفجارها لأنه لا يمكن للصوت أن ينتقل خلال الفراغ بيننا وبين النجوم ، ولكن الصوت ينتقل فى الهواء بدرجة جيدة جداً ، وكثيراً ما ترسل الشعوب البدائية الرسائل لمسافات بعيدة بقرع الطبول .

ولقد تعلم الناس فى جبال سويسرة أن يصيحوا بأنغام مختلفة فيسمعهم زملاؤهم فى الأودية الفسيحة عندما يغنون .

ويمكن أن ينتقل الصوت خلال الأجسام المعتمة ، بعكس الضوء الذى يتطلب وسطاً شفافاً ، فإذا تحدث شخص فى مكان ما أمكنك أن تسمعه ، ولو لم تشاهده .

ويمكن للمتحمس فى لعب الكرة أن يستعمل مكبراً للصوت (الميجافون) وهو بوق على شكل قمع ، يعمل على تضخيم الصوت ، وذلك لأنه يركّز الموجات الصوتية

فى اتجاه واحد ، فلا تتشتت « تتبعثر » فى اتجاهات مختلفة ، فالميجافون إذن يساعد على ذلك ، وتقوم القوقعة بعمل الميجافون إلى حد كبير .

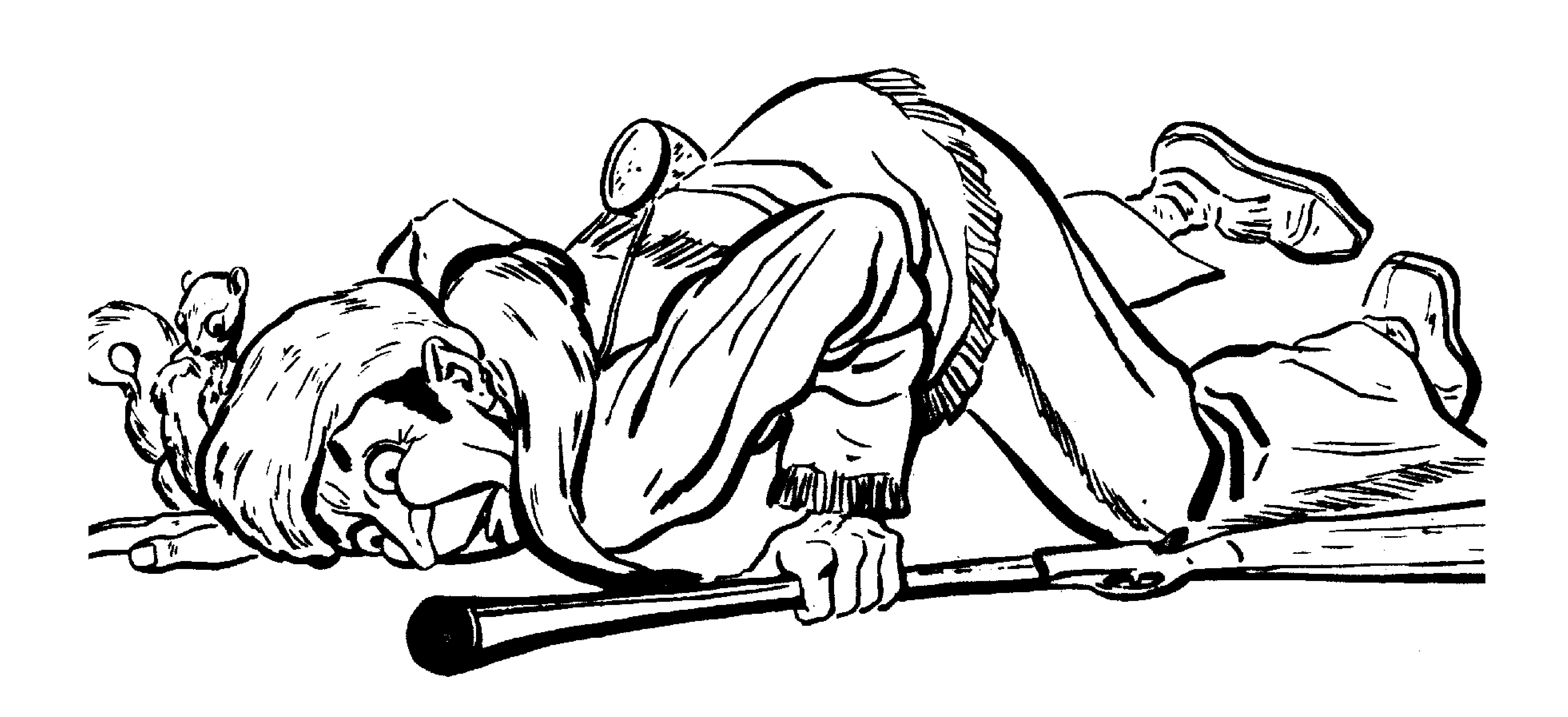
ويمكن توجيه الموجات الصوتية بطرق أخرى حينما نرغب ، فى بعض المتاحف ردهات هامسة ، والردهة الهامسة فى متحف كبير تشبه البيضة فى شكلها ، فأرض هذه الغرفة مستوية والسقف والجدران فيها مقوسة ، فإذا وقف شخص متجهاً للجدار فى أحد أطراف الحجرة ، ووقف آخر مواجهاً الجدار فى الجانب المقابل من الحجرة ، وهمس أحدهما بعبارة ، فإن الآخر يسمعها .

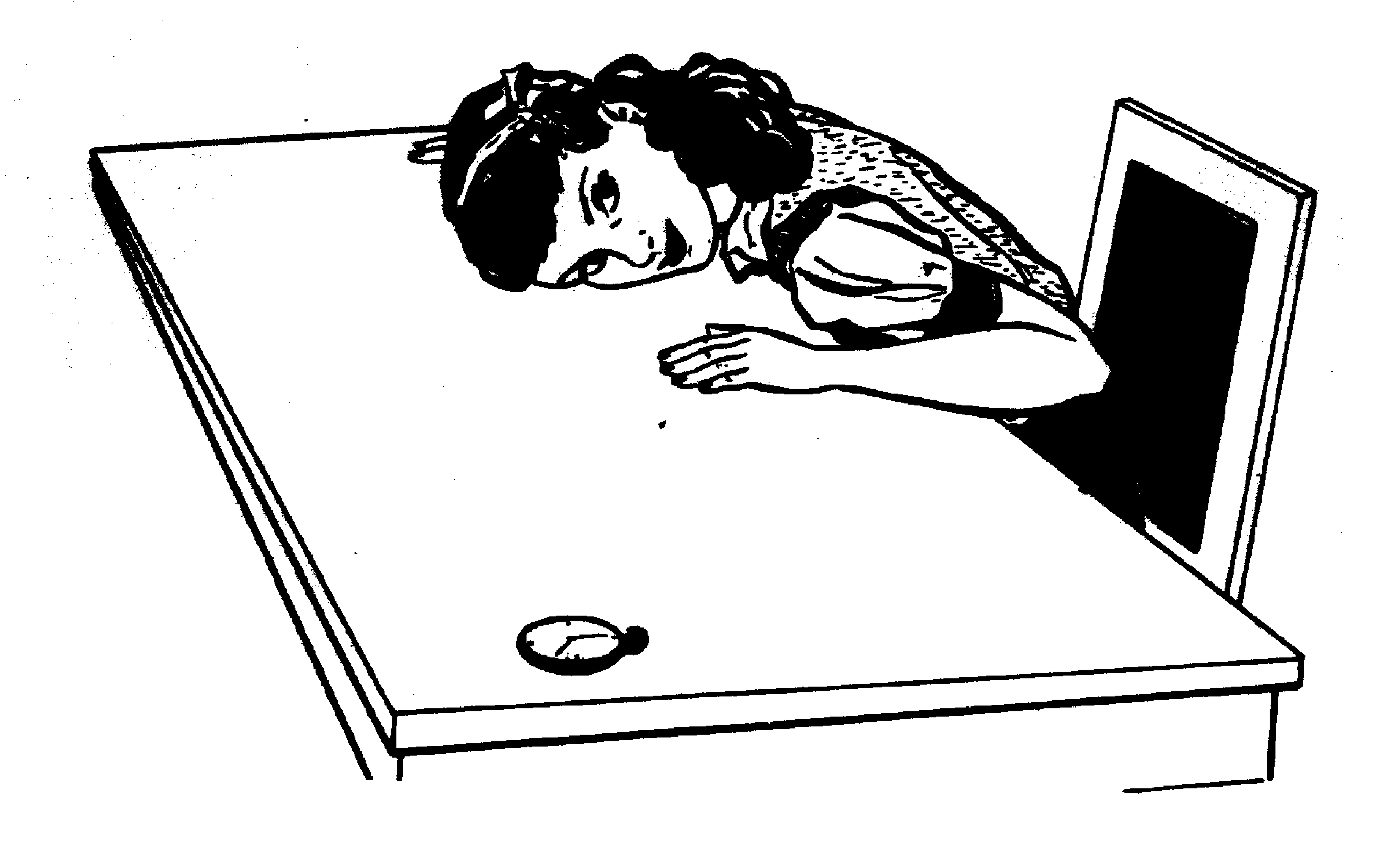
ومن العجيب حقاً أنه لا يمكن لأى شخص ثالث فى وسط الحجرة أن يسمع ما يدور بينهما من همس .

والردهات الهامسة تنتقل فيها الأحاديث بالطريقة الآتية :يتكلم الشخص الأول مواجهاً الجدار ، فتقابل الموجات الصوتية هذا الجدار ، ثم تنعكس عليه فتنتشر وتنتقل خلال الحجرة ، وتقوس السقف والجدران ، يجعلها تتجمع ثانية فى أقصى الحجرة عند الجدار المقابل . ويمكننا القول بأن هذه الجدران تجمع الموجات الصوتية ، وعندما تقع الموجات على طرف الحجرة ، تنعكس إلى الشخص الواقف هناك .

والموجات الصوتية تتشتت فى وسط الحجرة ، فلا يمكن أن تسمع فيها ، ولكن من الممكن سماعها بعد أن تتجمع ثانية عند الجدار المقابل .

وهناك بعض الردهات الهامسة التى لم يكن الغرض من إنشائها أن تكون كذلك ،





فقد تكون الحجرة مشيدة بشكل يسمح لأى صوت مهما يكن ضئيلا أن يسمع بوضوح فى جزء آخر منها ، ولو أنه لا يمكن أن يسمع فى موضع بين المكانين .

ومعظم الصوت الذى يصل إلى آذاننا ، ينتقل إليها خلال الهواء ، كما يمكن أن ينتقل الصوت خلال مواد أخرى بدرجات متفاوتة ، فى بعض المواد يكون انتقال الصوت أسرع وأوضح من انتقاله خلال الهواء .

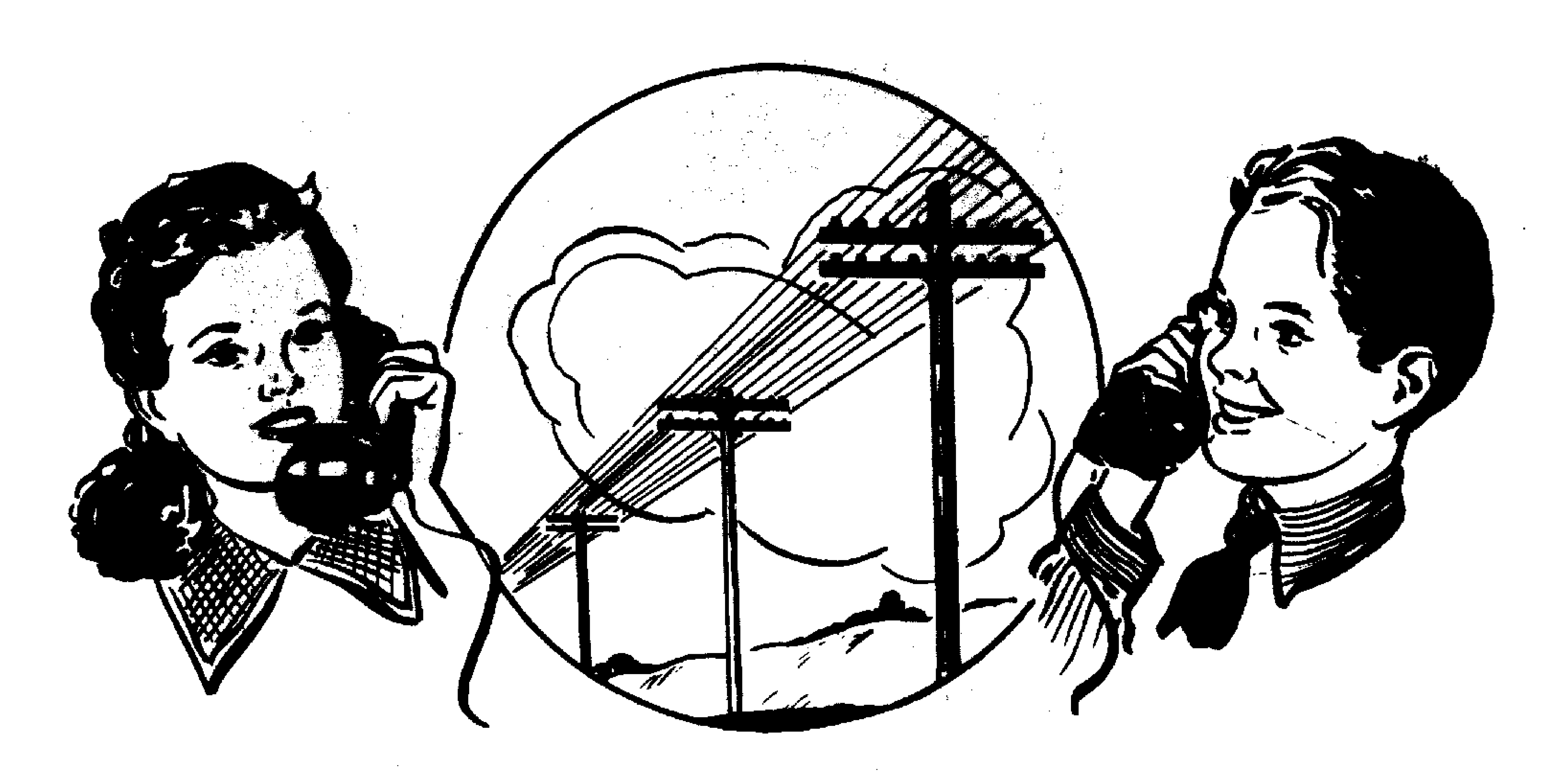
وفى الأزمنة القديمة ، تعلم الناس أن يضعوا آذانهم على الأرض لينصتوا ، ويتبينوا إن كان هناك شخص مقبل .

ذلك أن صوت الأقدام المقتربة ينتقل فى الأرض الصلبة أحسن مما ينتقل فى الهواء .

وإذا وضعت ساعة على مائدة عارية ، أمكنك أن تسمع دقاتها أوضح ، إذا وضعت أذنك على جزء من سطح المائدة ، فالصوت ينتقل جيداً من خلال الخشب الصلب ، وينتقل فى المعدن بدرجة جيدة أيضاً .

وكثيراً ما يطالب السكان بفتح أنابيب البخار الساخن للتدفئة فيطرقون أنابيب المياه الساخنة ، فينتقل الصوت إلى حجرة التسخين خلال معدن الأنابيب ، فيلبى طلبهم .

وإذا ضربت قطعتين من الحجر إحداهما بالأخرى ، ورأسك تحت الماء ، فإن ذلك يحدث صوتاً يصم الآذان ، ففى الماء أيضاً ينتقل الصوت جيداً .



ويتحدث الطفلان – كما يبدو فى صورة الغلاف الداخلى لهذا الكتاب – فى تليفون مصنوع من علب من الصفيح ، فالعلبتان متصلتان بحبل متين مشدود بينهما ، فالحديث فى إحدى العلبتين يجعل قاعها يهتز ، وهذا الاهتزاز ينتقل خلال الحبل ، فيجعل قاع العلبة الأخرى يهتز بالنظام نفسه فيسمع فيه الكلام .

ويمكن الاستعانة بالموجات الصوتية فى عمل حيل سحرية ؛ فى إمكانك أن تجعل لعبة على شكل كلب من الصفيح تخرج من مسكنها عندما تناديها .

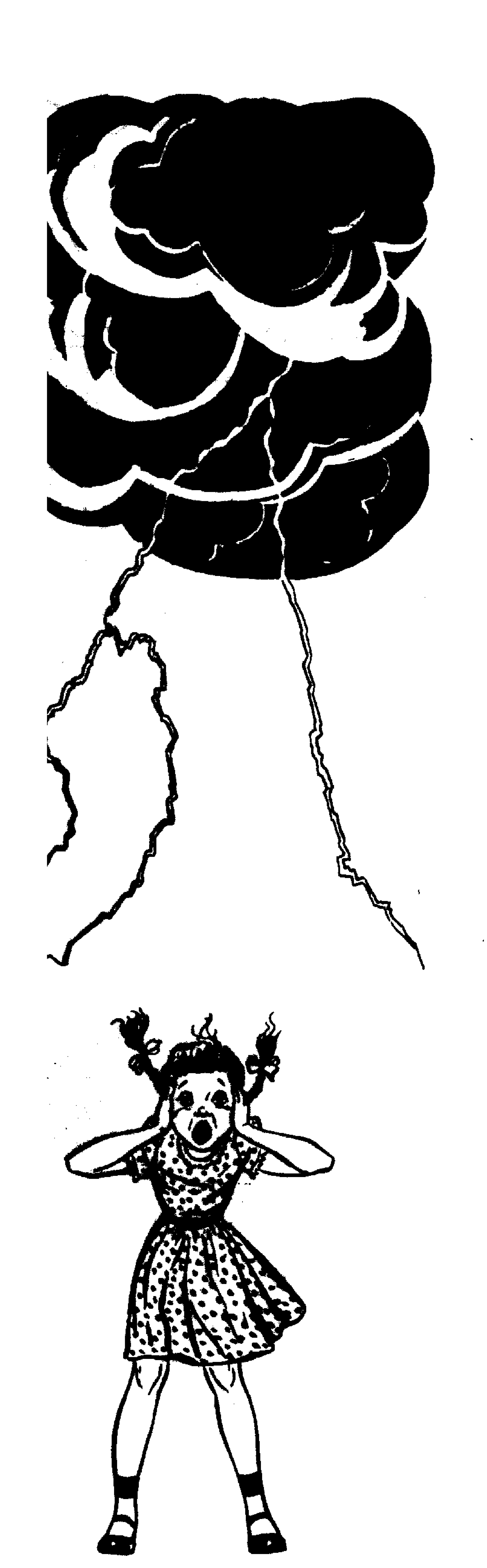
وتفسير ذلك أنه عندما تصطدم الموجات الصوتية بمعدن اللعبة ، تهتز للدرجة تكفى لانطلاق زنبرك فى داخلها ، فيتحرك الكلب خارجاً من مسكنه .

حركة بطيئة :

الصوت أشبه بحركة بطيئة ، ولو أنه ينتقل بأسرع مما يمكنك أن تجرى ، بل بأسرع من أية طائرة ، إلا أنه أبطأ من الضوء بكثير .

انظر إلى الصورة فى صفحة ١١ تر بنتاً قد وضعت إصبعها فى أذنها ، لتتحاشى بذلك صوت الرعد ، فهى تعرف أن الرعد ينشأ من البرق ، وهو يأتى دائماً بعد مشاهدة وميضه ، لأن انتقال الضوء الناشىء من وميض البرق أسرع بكثير من انتقال صوت الرعد .

والضوء ينتقل بسرعة عظيمة حتى إنه من الصعب أن نتصور مداها (مقدارها) ، فإنه ينتقل بسرعة ١٨٦,٠٠٠ ميل فى الثانية أى حوالى ٣١٦,٢٠٠,٠٠٠ متر فى الثانية ، فهل يمكنك أن تتصور دورانه حول العالم سبع مرات ونصف مرة فى الوقت نفسه الذى تعدّ فيه : واحد ، اثنان ؟



بهذه السرعة يسير الضوء !

وينتقل الصوت فى الهواء بسرعة تبلغ حوالى $\frac{1}{5}$ ميل فى الثانية ، أى ٣٤٠ متراً فى الثانية ، ولنفرض أن وميض البرق يبعد عنك بمسافة قدرها ميل ، فإن ضوء الوميض يصل إليك فى زمن يكاد يكون معدوماً ، ولكنك تسمع الرعد الناشئ عنه بعد خمس ثوان ، فإذا كان الوميض على بعد ميلين ، فإنك تنتظر عشر ثوان قبل أن يسمع الرعد.

وإذا لم تكن قريباً جدًّا من قاطرة بخارية عندما تصفر ، فإنك تشاهد السحابة الناتجة من البخار المتسرب منها قبل أن تسمع صفيرها .

وإذا كنت فى المقاعد العليا فى ساحة لعب كرة « الهوكى » فإنك تشاهد اللاعب وهو يضرب الكرة قبل أن تسمع ضربتها .

والآن وقد عرفت أن الصوت ينتقل أبطأ بكثير من الضوء فإنه يمكنك أن تفهم السبب فى الظواهر السابقة .

الطفلان فى الصورة فى الصفحة المقابلة (صفحة ١٠) يتحدثان فى التليفون .

ويعتقد كثير من الناس أن الصوت ينتقل فى أسلاك التليفون ولكن الحقيقة ليست كذلك . إنه التيار الكهربى . فعند تحدثك فى جهاز الإرسال فى التليفون فإن التيار الكهربى يجعل المستقبل الموجود فى نهاية الخط يكرر ما تقوله .

ولو كان الصوت ينتقل حقيقة خلال أسلاك التليفون ، لكان الحديث لمسافات بعيـــدة يستغرق فترة طويلة ، ولنفرض أنك فى نيويورك وتتحدث مع شخص فى سان فرانسيسكو ، فإنك عندما تقول : « آلو » لابد أن تنقضى خمس عشرة دقيقة قبل أن يسمعك صديقك ، ولكن الواقع أنه يكاد يسمعك تقول : « آلو » بمجرد أن تنطقها ؛ فالكهربا سريعة الانتقال جداً كالضوء ..

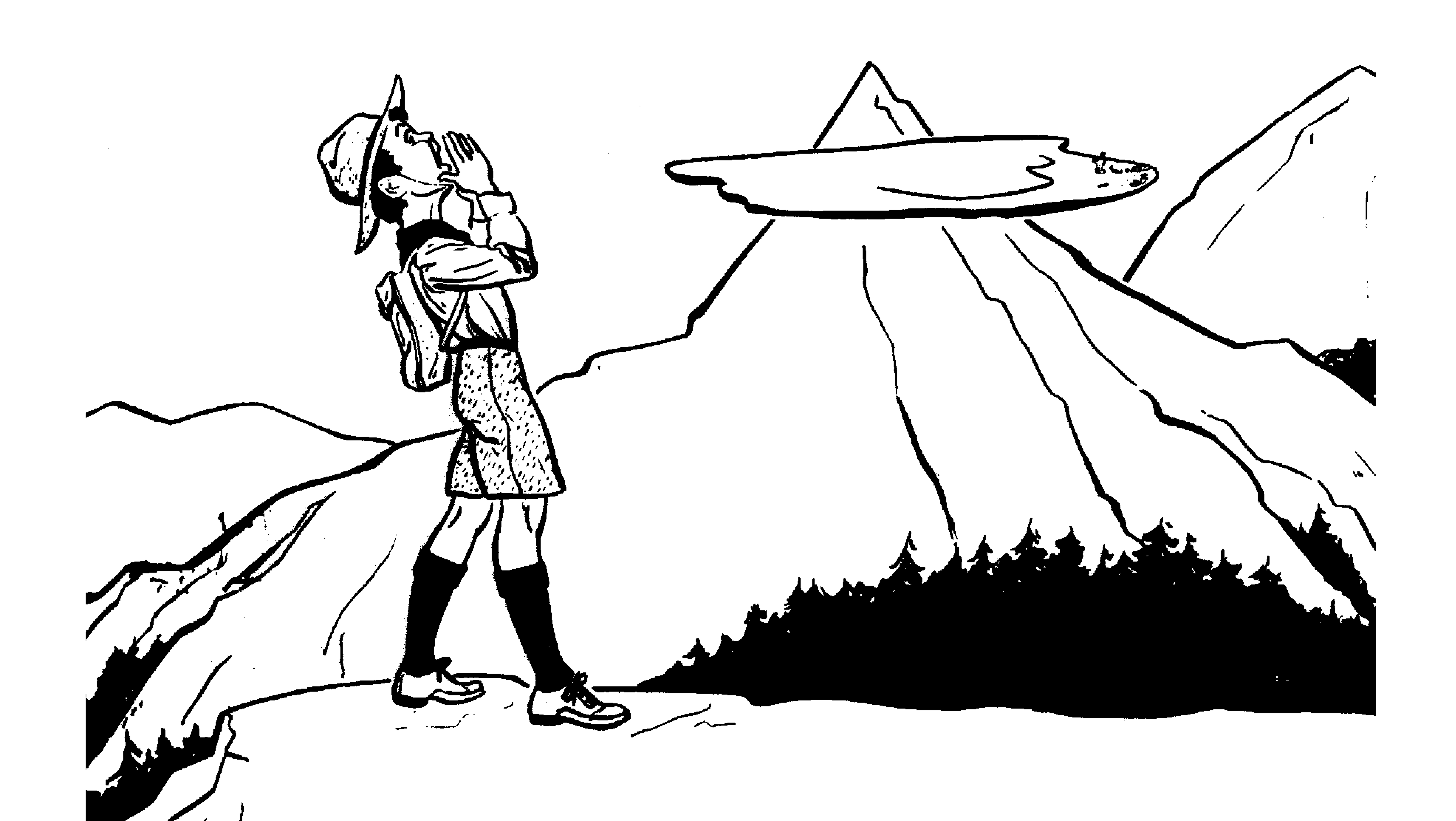
ومدينة سان فرانسيسكو تبعد عن مدينة نيويورك حوالى ٥٠٠٠ كيلومتر ، فقد تظن أن الصـــوت لا يستغرق أكثر من خمس عشرة دقيقة لينتقل خلال أسلاك التليفون إلى سان فرانسيسكو ، والأمر الواقع غير ذلك لأنه إذا كان صوتك مرتفعاً جداً حتى يمكنك أن تصرخ لصديقك فى سان فرانسيسكو ، فهو لا يسمعك قبل مضى أربع ساعات على الأقل ، فالصوت عموماً أسرع بكثير فى المعدن كالأسلاك التليفونية ، فهو ينتقل فى الماء بسرعة تبلغ أضعاف سرعته فى الهواء ، ومع ذلك ، حتى إذا انتقل الصوت فى الصلب ، فإنه أشبه بحركة بطيئة إذا قارنته بالضوء أو الكهربا .

صدى الصوت :

انظر إلى صورة الفتى فى صفحة ١٣ وهو يصيح . إنه يسمع كل ما يهتف به مرتين ، فهو يسمع كلماته أولا عندما يهتف بها ، ثم يسمعها ثانية بعد مضى ثوان . إنه يسمعها وهى ترتد فى هذه المرة صدى لصوته .

لقد وجدت أن الموجات الصوتية يمكن أن تنعكس ، وعلى ذلك أصبح من السهل أن تفهم معنى الصدى ، فالموجات الصوتية عندما تقابل جداراً صلباً تنعكس إلى المكان الذى بدأت منه .

وفى الصورة نشاهد جبلا صخرياً أمام الفتى ، وهو الذى يعكس الصوت ويسبب الصدى ، ولنفرض أن سفح الجبل يبعد عن الفتى ٣٤٠ متراً . فلابد إذن أن تنقضى ثانيتان بعد صياحه قبل أن يسمع صدى صوته ، لأن الموجات الصوتية تستغرق ثانية حتى تصل إلى السفح ، وثانية أخرى لتعود منه إلى أذن الفتى .



ومن الممكن أن ينعكس صدى الصوت عدة مرات إذا كان المكان محاطاً بالجبال ، ففى أيرلندة مثلا مكان شهير بأصدائه ، فهناك بعض البحيرات الصغيرة تحيط بها جبال من جميع الجهات ، فإذا ما أذيعت نغمة موسيقية من فوق شاطئ إحدى هذه البحيرات فإن صداها يتكرر مئات المرات ، ولكن هذا الصدى بطبيعة الحال يضعف شيئاً فشيئاً .

وقد نجد فى بناء كبير جداراً بدون نوافذ . فإذا شئت أن تقوم بتجارب على صدى الأصوات ، فيمكنك أن تحاول الهتاف أمام جدار خال من النوافذ ، فالجدران التى من هذا النوع تردد الصدى عادة ، ولكن يجب أن تتأكد أنك لست قريباً جداً من الجدار ، إذ يجب أن تكون بعيداً عنه بحوالى ١٨ متر على الأقل ، لأنك إذا كنت قريباً جداً منه ، فالموجات الصوتية ترجع إليك بسرعة ، فيختلط صوتك وصداه ويظهران كأنهما صوت واحد .

وتحدث بعض الحجرات صدى للأصوات ، وهذا الصدى قد يكون مصدراً للمضايقة ، ولهذا تعلق الستائر عادة على جدران قاعات الموسيقى لتمنع صدى الأصوات من الحدوث . وقد يتخذ من تجاوب الصدى وسيلة للمداعبة ، ولكنه يفسد حفلات الموسيقى بغير شك .




شدة الصوت :

تحدث الطبلة ، عندما تقرعها بشدة ، صوتاً أكثر ارتفاعاً من الذى تحدثه إذا قرعتها بخفة ، والمدفع يحدث صوتاً أشد ضوضاء من صوت بندقية اللعب ، والهتاف أعلى من الهمس .

فما السبب فى أن بعض الأصوات أشد ارتفاعاً من بعض ؟ لنفكر ثانية فيما تحدثه الحصاة من تموجات عندما تسقط فى بركة مياه ، فإذا كانت الحصاة دقيقة جداً ، فإنها تدفع مياه البركة قليلا إلى الجوانب عندما تسقط عليها ، ولا تنشر إلا تموجات خفيفة على سطح البركة ، لا تلبث أن تتلاشى ، ولكن إذا ألقينا حصى أكبر منها بكثير فإنه يدفع المياه إلى مسافة أبعد عندما يسقط عليها ، وتنتشر تموجات أكثر على السطح ؛ وتمتد إلى مسافة أوسع .

وقرع الطبلة بخفة أشبه بإلقاء حصاة صغيرة فى بركة ماء ، فإن سطح الطبلة يهتز ، ولكنه لا يتحرك إلى الخلف وإلى الأمام إلا قليلا ، أى فى سعة صغيرة ، ولا تنبعث منه إلا مجرد موجات صوتية ضعيفة .

ولكن عندما تقرع سطح الطبلة بشدة ، فإنها تتحرك إلى الخلف وإلى الأمام مسافة أوسع بكثير وتهتز وتدفع الهواء جانباً إلى مسافة أبعد ، فتصدر منه موجات صوتية قوية .

وشدة الصوت الذى يحدثه أى جسم يتوقف أولا على مدى حركته عندما يهتز ، وهناك عوامل أربعة تؤثر فى شدة الصوت :

يمكنك أن تحدث صوتاً أشد إذا طرقت شوكة رنانة ثم أوقفتها على مائدة من الخشب العارى ، ذلك أن الصوت عندئذ يكون أشد منه إذا أمسكت الشوكة الرنانة فى الهواء ، إذ أن المائدة تزيد الصوت شدة لاهتزازها أيضاً مع اهتزاز الشوكة .

ولا تنس أن للوسط الذى ينتقل فيه الصوت أهميته ، فقد سبق أن عرفت أن الصوت ينتقل فى بعض الأوساط أسرع من انتقاله فى بعضها الآخر .

كما أن بعدك عن مصدر الصوت له أهميته أيضاً ، فإن صوت مدفع كبير فى مكان بعيد جداً قد يكون شبيهاً بصوت مدفع صغير فى مكان قريب .

وحالة أذنيك ، ومدى استعدادهما للسمع لهما بالطبع أهميتهما أيضاً .

درجة الصوت :

إذا كنت ممن يعزفون فى الفرقة الموسيقية المدرسية ، فإنك تعرف انهماك التلاميذ فى ضبط آلاتهم فى الدقائق السابقة للحفلة ، ولعل العازفين على الآلات الوترية بصفة خاصة ، هم أكثرهم انهماكاً ، إذ لابد أن يجربوا آلاتهم الموسيقية قبل العزف ، لأنهم يريدون أن يطمئنوا على أن أصواتها لن تكون بعيدة عن المستوى المطلوب ، ونعنى بذلك أنها لن تكون مرتفعة جداً أو منخفضة جداً .



وصوت أى شوكة رنانة له درجة صوتية واحدة . ويمكن أن يكون رفيعاً أو غليظاً ، ولايمكن جعله أكثر ارتفاعاً أو أقل ارتفاعاً من طبيعته .

وإذا شئت أن تعرف السبب ، فلابد أن تعرف شيئين : فالشوكة الرنانة تتذبذب دائماً مرات محدودة العدد فى الثانية الواحدة ، وعدد هذه المرات التى تهتزها الشوكة الرنانة فى الثانية الواحدة هو ما نسميه بالتردد ، وعلى هذا التردد تتوقف درجة النغمة الصوتية .

ودرجة الصوت الذى تحدثه شوكة رنانة واحدة دائماً ، ولكن شوكات رنانة مختلفة قد تصدر منها أصوات ذات درجات مختلفة طبعاً .

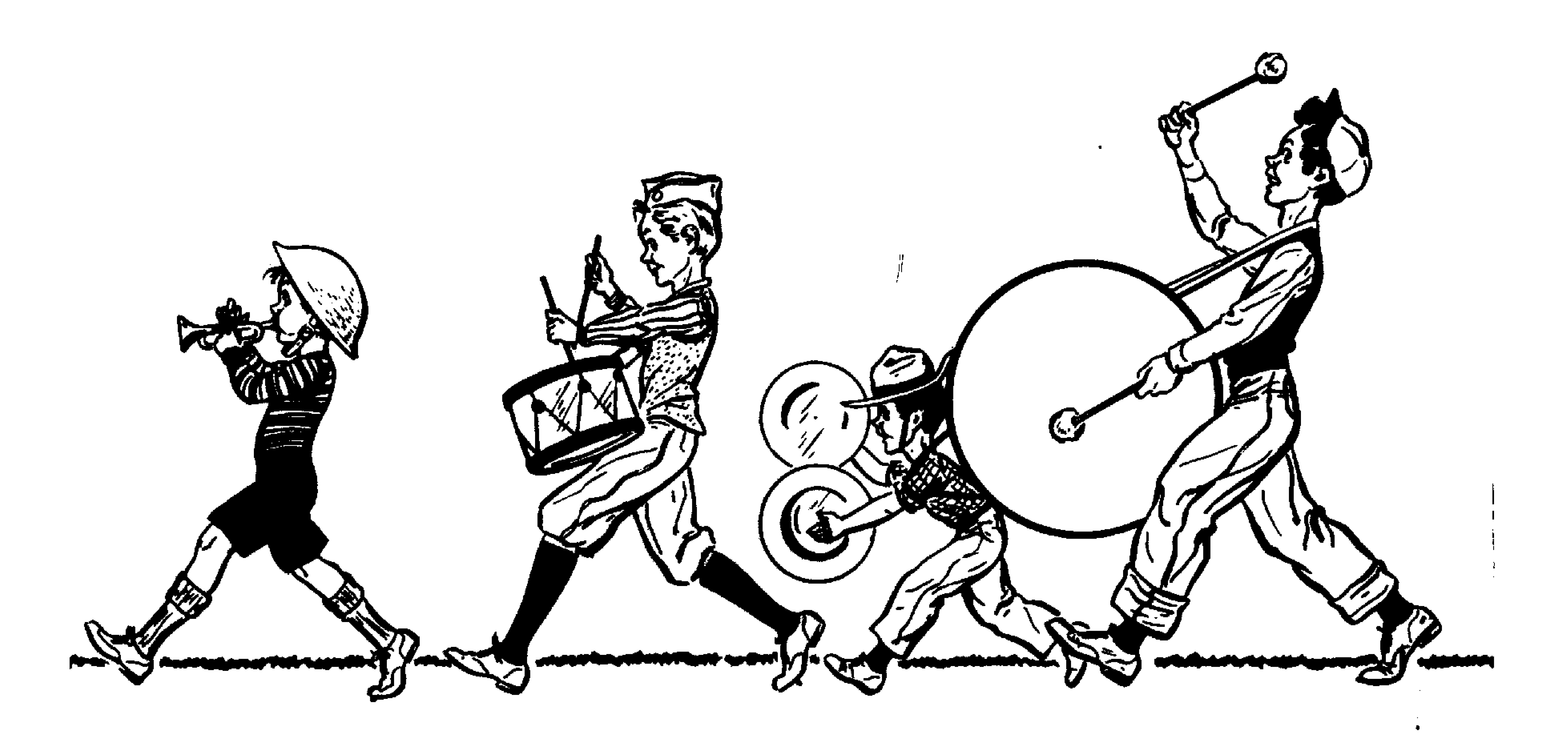
وفى صفحة ١٥ نرى فتاة تعزف على الكمان ، وأوتار الكمان لا تشبه الشوكة الرنانة ؛ لأن النغمة الصوتية الصادرة من أحدها يمكن تغييرها .

ونشاهد أن الفتاة تحرك مفتاحاً ، وتحريك المفتاح إلى أحد الجوانب يزيد من قوة شدّ الوتر ، كما أن تحريكه إلى الجانب الآخر يقلل من قوة هذا الشد .

ولكن كيف يؤثر شدّ الوتر أو ارتخاؤه ؟

إن زيادة الشد فى الوتر تجعل تذبذبه أسرع منه عندما تمرّ عليه القوس ، فتنتج نغمة موسيقية أعلى ، أما ارتخاء الوتر فيجعله أبطأ تذبذباً ، فتصدر عنه نغمة أغلظ .

وللكمان أربعة أوتار ، كل وتر منها يهتز ، والكمان لا يكون آلة موسيقية هامة إذا اقتصر على إصدار أربع نغمات فقط ، وكل من يعزف على الكمان يعرف كيف يصدر من الوتر الواحد عدة نغمات مختلفة وذلك بضغط الإصبع فى أماكن مختلفة عليه ، فلا يهتز



إلا جزء الوتر بين الإصبع وقنطرة الكمان ؛ وتقصير جزء من الوتر يجعله أسرع تذبذباً ، فتصدر منه نغمات أعلى درجة .

ولنفرض أنك مبتدئ في العزف على الكمان ، وأن وتراً قد انقطع ، فإنك تضع مكانه وتراً جديداً ، وإذا كانت البطاقة الدالة على نوع الوتر المقطوع قد انتزعت ، فإنك لا تكون واثقاً من أنه هو النوع المطلوب ، وإذا وجدت أنه لا يمكنك أن تشدّه لتصدر منه النغمة العالية المطلوبة ، فلا بد عندئذ أن يكون الوتر غير ملائم ، فأى نوع من الأوتار يجب أن تبحث عنه إذن ؟ يجب أن تبحث عن وتر أنحف ، فإن الوتر النحيف أسرع تذبذباً من الآخر إذا شدّ بالقوة نفسها .

إنك تعرف الآن أن درجة الصوت الصادر من وتر الكمان تعتمد على ثلاثة عوامل ، وهى : سمك الوتر ، ومقدار قوة شده ، ومقدار طول الجزء الذى يهتز منه . ويمكنك أن تستنتج بنفسك تأثير هذه العوامل الثلاثة إذا جربتها على وتر من المطاط .

الضوضاء والموسيقى :

الموسيقى والضوضاء كلتاهما ناتجتان عن الاهتزاز، ولكن تختلف الاهتزازات فى كل منهما عن الأخرى ، فالاهتزازات التى تحدث الأصوات الموسيقية منتظمة ، أما التى تحدث الضوضاء ، فهى غير منتظمة .

فالصوت الذى تحدثه الشوكة الرنانة مثلا صوت موسيقى ، لأنه ناشئ عن اهتزازات منتظمة .



انظر فى صفحة ٦ إلى الأثر الذى تركته الشوكة الرنانة ، تشاهد أنه منتظم جداً .

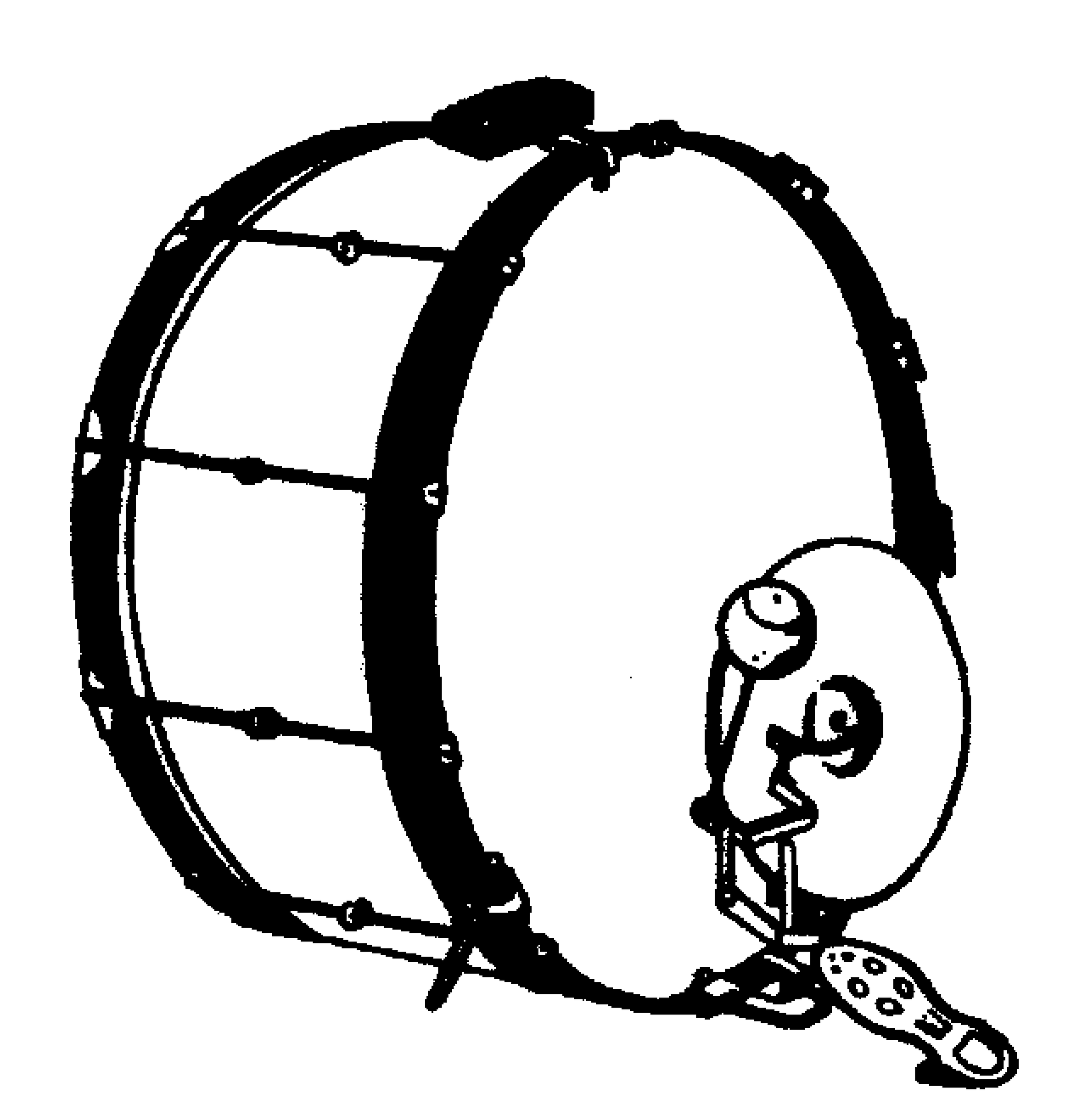
والأصوات الموسيقية سارة عادة ، ولكنها ليست كذلك دائماً ، فقد تكون مثلا مرتفعة لدرجة أنها لا تبعث السرور فى النفس ، فلا يود أحد أن يسمع فرقة موسيقية كبيرة تعزف فى حجرة صغيرة .

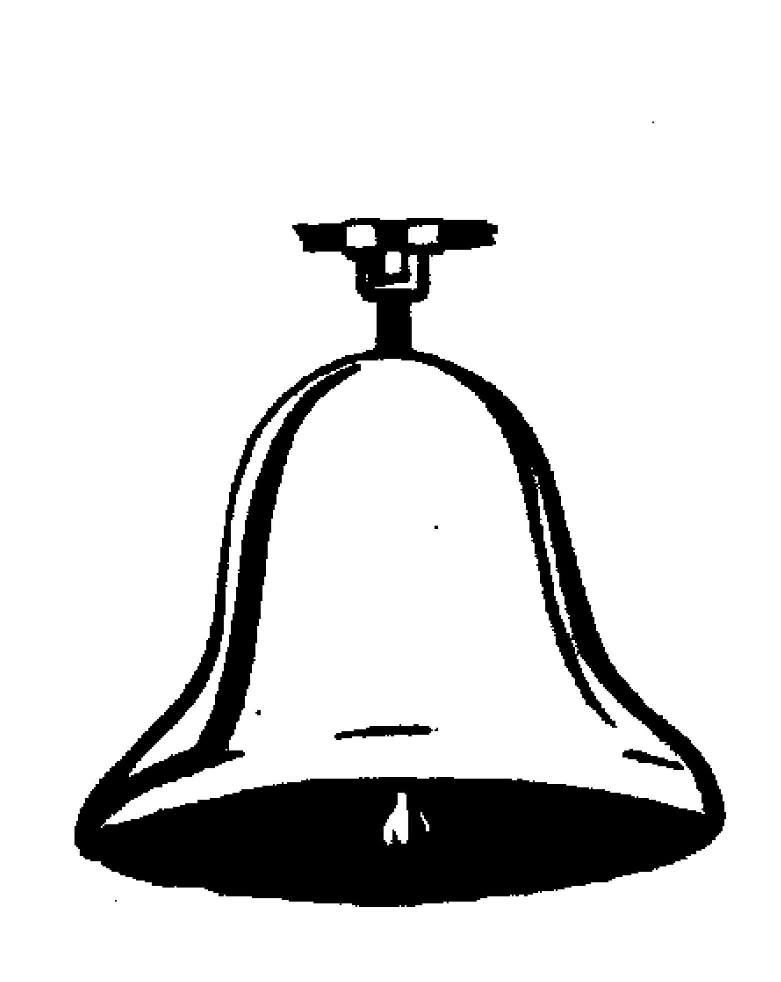
والأصوات التى يحدثها الأولاد فى تقليدهم للعرض العسكرى – كما فى صفحتى ١٦ ، ١٧ – ما هى إلا ضوضاء ، وإذ كان الأطفال يعتقدون أن الضوضاء بهيجة ، ولكن السيدة العجوز التى تصم (تغلق) أذنيها بيديها لا توافقهم على هذا الرأى .

ولا يحب كثير من الناس أن يعيشوا فى المدن الكبيرة بسبب الضوضاء فيها ، ويخبرنا الأطباء أن الضوضاء الشديدة ليست من مصلحتنا ، فقد تحرمنا النوم الذى نحتاج إليه ، وقد تجعلنا عصبيين ومرهقين .

وهناك طرق عديدة لتخفيف الأصوات ؛ فى كثير من المطاعم تصنع الجدران من مادة لا تعكس الصوت جيداً ، والمطاعم المصنوعة جدرانها من هذه المادة التى لا تعكس الصوت جيداً ، لا تحدث حركة الأطباق بداخلها أى ضوضاء صاخبة . وللسيارات آلات كاتمة تخمد الصوت الذى تحدثه محركاتها ، وهناك طرق أخرى لإخماد الصوت أيضاً ، ومن المحتمل أن تظهر طرق أكثر وأكثر ، وعندئذ ستصبح المدن أماكن أكثر بهجة للمعيشة فيها .







الآلات الموسيقية :

هناك أنواع عديدة من الآلات الموسيقية ، والصور على الصفحتين ١٨ و ١٩ تبين ستة أنواع منها ، ونجد فى كل آلة موسيقية جزءاً يهتز عندما تعزف الآلة ، ولنبحث فى الجزء الذى يهتز فى كل من هذه الآلات الست .

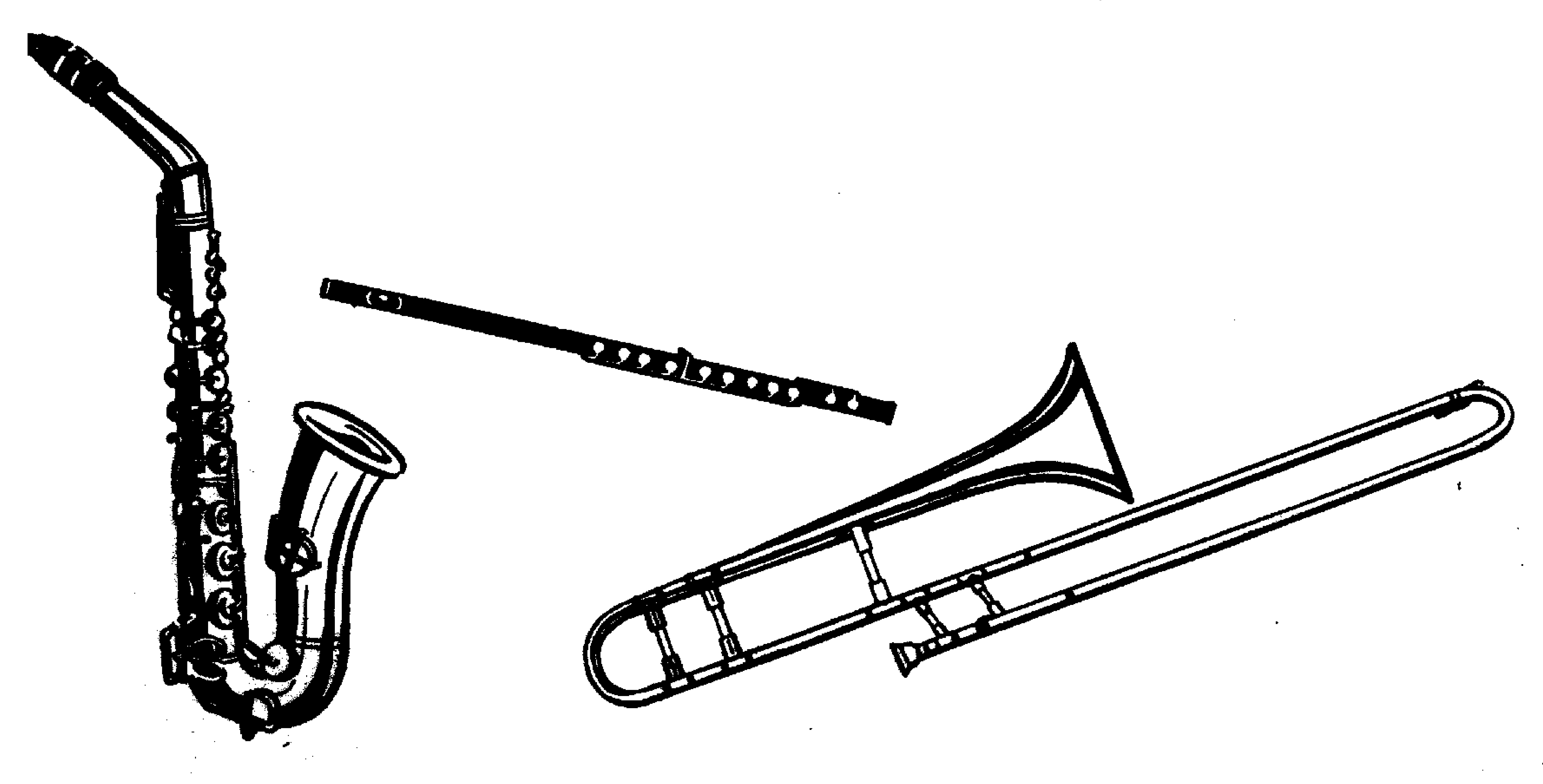
فالكمان المزدوج «أكبر آلات الكمان» يشبه الكمان المعتاد كثيراً إلا أنه أكبر منه ، وله أربعة أوتار ، ويعزف عليه بقوس ، والأوتار تهتز عندما تمر عليها القوس ؛ ويمكن للعازف عليه أن يحدث نغمات كثيرة مختلفة ، وذلك بوضع أصابعه على أماكن مختلفة من الأوتار .

وغشاء الطبلة قطعة من الجلد مشدودة ، وهذه القطعة تهتز عندما يضرب عليها قارع الطبلة بعصاه .

ولا يمكن لقارع الطبل أن يعزف نغمة موسيقية عليها ، فالطبلة لا يصدر عنها إلا صوت واحد فى كل مرة تقرع فيها إلا إذا تغير شد الجلد بين فترة وأخرى ، وزيادة الشد فى غشاء الطبلة يجعلها تحدث صوتاً أعلى درجة .

والطبلة الكبيرة — كالتى تراها فى الصورة — يصدر عنها دائماً صوت يكاد يكون غليظاً ، والطبلة الصغيرة يصدر عنها صوت أعلى درجة من صوت الطبلة الكبيرة .

وعندما يدق الجرس من مقبضه يهتز كله ، فالجرس يشبه الشوكة الرنانة وتنبعث منه دائماً نغمة واحدة لا تتغير .



ويمكن عزف نغمات منوعة على مجموعات من الأجراس . والرنات المنبعثة من أجراس عديدة تكلف كثيراً ، إذ ليس من السهل صنع جرس تنبعث منه النغمة المطلوبة بالضبط .

أما الآلات الثلاث الأخرى التي في الصور فإنها كلها آلات تعتمد على الهواء ، فيُعزف عليها كلها بالنفخ ، والهواء في داخل كل آلة منها هو الذي يهتز وتصدر منه الموجات الصوتية ، ولكن هذا الهواء يمكن أن يهتز بطرق مختلفة .

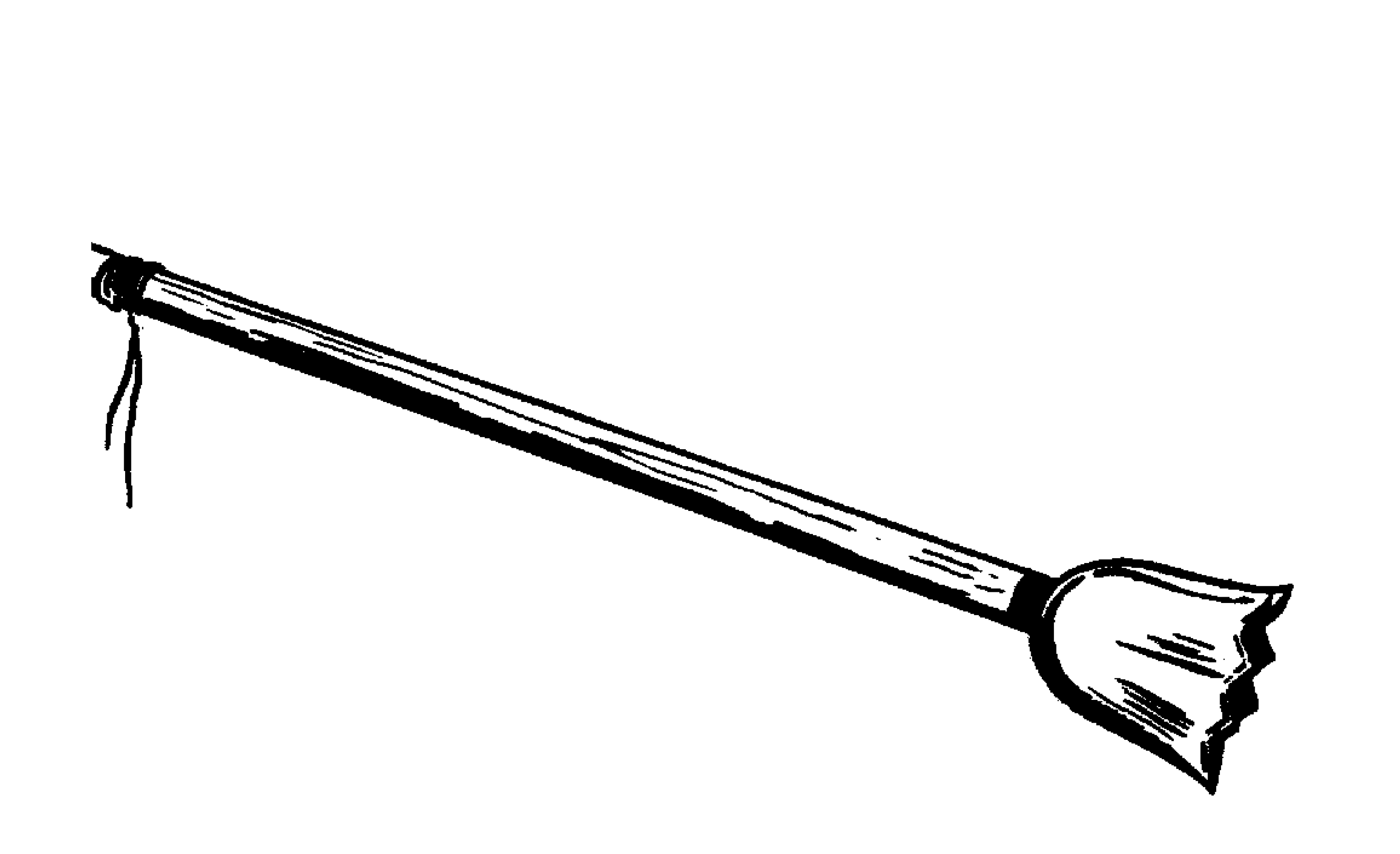
فالعازف يدفع الهواء فى الناى « الفلوت » إلى الاهتزاز بالنفخ فى ثقب موجود فى أحد طرفيه ، ويمكنه أن يعزف قطعة موسيقية على الناى ، وذلك لأنه يستطيع أن يحدث نغمات مختلفة ، وهذه النغمات المختلفة تحدث بتغيير طول عمود الهواء المهتز داخل الناى ، وعلى امتداد الناى ثقوب صغيرة يمكن فتحها أو إقفالها ، وبإقفال هذه الثقوب بعضها أو كلها يتغير طول عمود الهواء .

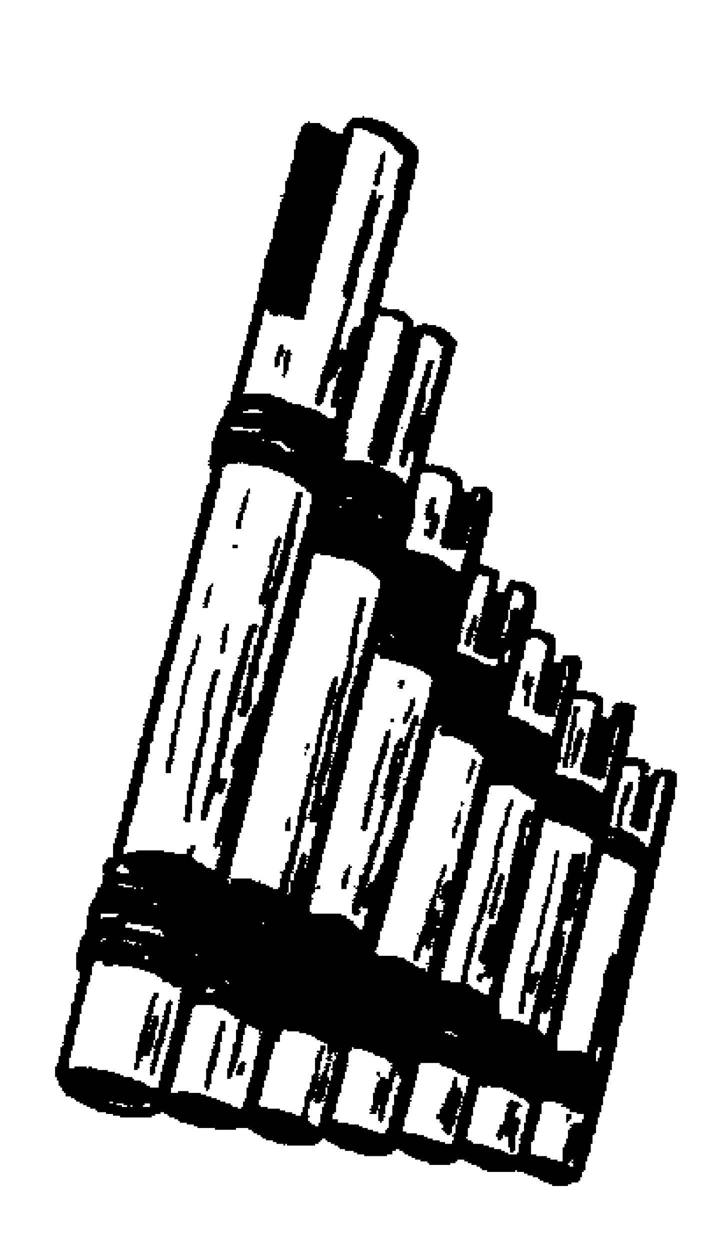
وفى الساكسفون عمود رفيع من مادة تهتز عندما يعزف اللاعب .

هل أمسكت يوماً عوداً من الكلأ بين إبهاميك وأحدثت صوتاً بالنفخ فيه ؟

إن المادة المصنوعة على شكل عمود فى « الساكسفون » تقوم بعمل ساق النبات وتسمى قصبة .

وعندما تهتز القصبة فى الساكسفون ، تدفع الهواء فيهتز داخل الساكسفون . وللساكسفون ثقوب مثل ثقوب الناى ، ويمكن للعازف عليه أن يصدر نغمات عالية أو خافتة .





وإنها لمتعة أن نشاهد عازفاً يعزف بالترمبون Trombone وهو آلة موسيقية نحاسية كبيرة عليها قطعة تنزلق لتغيير طول الأنبوبة ، وعند عزف قطعة موسيقية شائقة عليها ، لا بد للعازف أن يحرك الجزء المتحرك من الترمبون إلى الداخل والخارج بسرعة ، وبذلك يغير طول عمود الهواء داخل الترمبون .

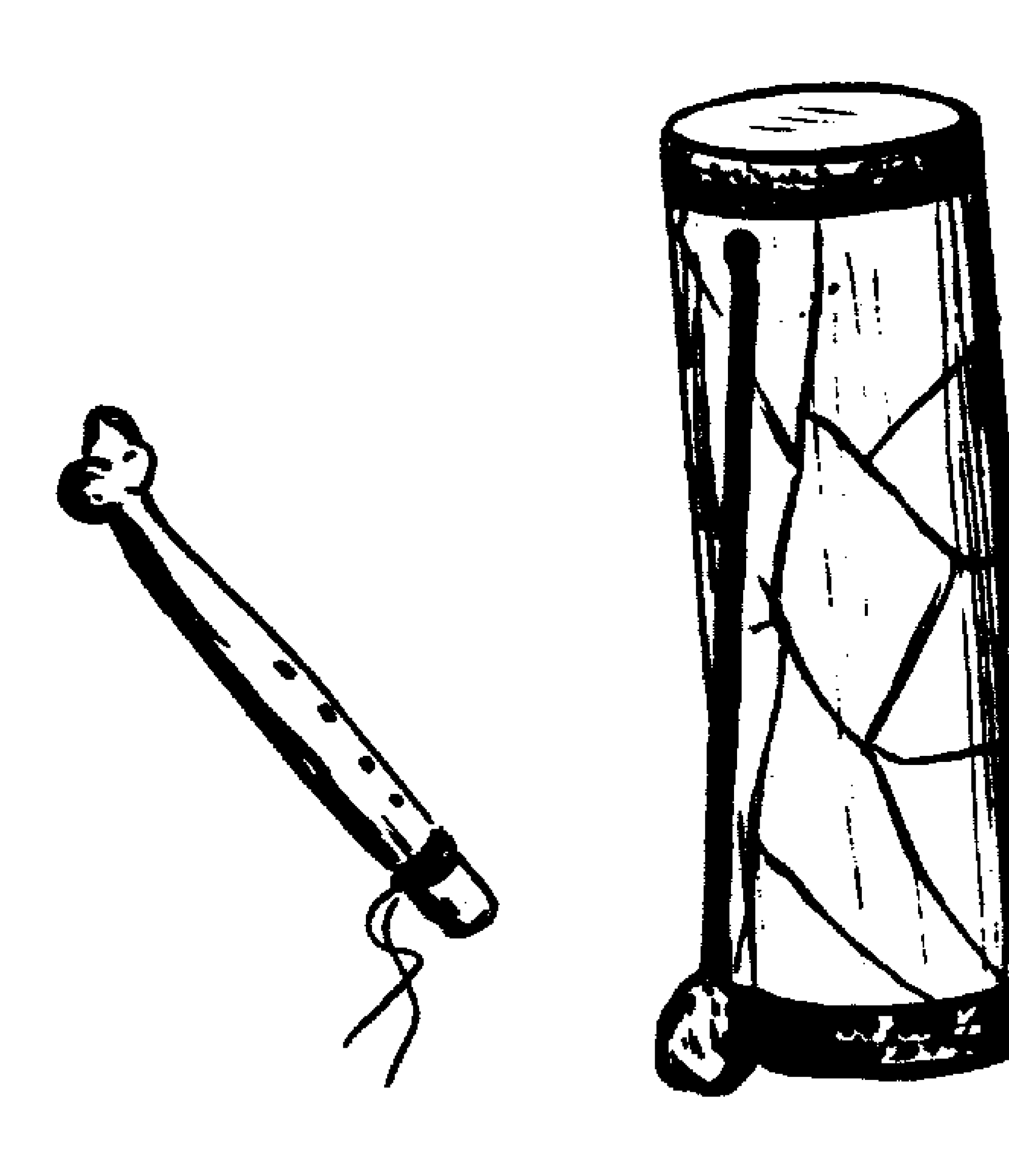
ولكن هل يمكنك أن تعرف ما يدفع الهواء فى الترمبون إلى الاهتزاز ؟ إنه العازف الذى يجعل شفتيه تهتزان !

وإذا نظرت إلى الآلات الموسيقية الأخرى ، وجدت أنها كلها تكاد تشبه إحدى الآلات الست السابقة الذكر .

وقد يثير البيانو اهتمامك ، فإن له أوتاراً ، ولكنه لا يشبه الكمان ، ولا الكمان المزدوج ، فالأوتار أولا داخل البيانو ، وثانياً عددها كبير ، كما أن هناك وتراً منفصلا لكل نغمة يمكن أن تصدر من البيانو ، وبالقرب من كل وتر مطرقة صغيرة مغطاة باللباد . وكل مطرقة متصلة بمفتاح من مفاتيح البيانو ، وعندما يضرب العازف على مفتاح منها ، تضرب المطرقة المتصلة به الوتر الذى أمامها وتجعله يهتز فيعطى النغمة المطلوبة .

والصوت الصادر من وتر قوس الصيد لابد أن يكون هو الذى أعطى الإنسان القديم فكرة عن الآلة الموسيقية ذات الأوتار .

أما كيف ابتكر الإنسان الأنواع الأخرى من الآلات ، فهذا من باب التخمين والاجتهاد ، ولكنا نعرف أنه كان عند الناس آلات موسيقية منذ عهد بعيد ، وربما كانت الأنواع القديمة من الآلات تشبه أبسط الآلات المستعملة الآن ، وتبين الصور على صفحتى ٢٠ ، ٢١ بعض هذه الآلات البسيطة المستعملة الآن .





الأصوات المسجلة :

لنفرض أنك تود أن تسمع « السلام الجمهورى » وتريد أن تسمعه كما يسمع عندما تعزفه فرقة موسيقية ، فهل تضطر إلى الانتظار حتى تذهب إلى حفلة موسيقية يعزف فيها لا داعى لذلك مطلقاً إذا كان عندك الحاكى (الفونوغراف) فيمكنك أن تحصل على أسطوانة له وتسمعه فى أى وقت تشاء .

والموسيقى على أسطوانات تسمى عادة « الموسيقى المسجلة » . فالأسطوانة يمكن الاحتفاظ بها مدة طويلة جداً ، ويمكن استعمالها فى أى وقت تشاء ، ويحتفظ بها كالفاكهة المحفوظة ، ولكن الفاكهة المحفوظة يمكن الانتفاع بها مرة واحدة ، أما الأسطوانة فيمكن استعمالها مراراً وتكراراً .

وليست كل الأسطوانات موسيقية ؛ إذ توجد أسطوانات متكلمة وأخرى لمختلف أنواع الأصوات .

والرجل الذى تراه فى الصورة يسجل خطاباً على آلة الإملاء الصوتى Dictaphone والفتاة فى الصفحة التالية تدير الأسطوانة نفسها ، فهى تكتب الخطاب على الآلة الكاتبة فى الوقت الذى تسمعه فيه ، وبطريقة « الديكتافون » يمكن للإنسان أن « يقول » خطاباً فى أى وقت يشاء ، كما يمكن كتابته فى أى وقت فيما بعد .





ومعرفة الطريقة التى يشتغل بها « الديكتافون » تساعدك على أن تفهم كيف يشتغل الحاكى ، وكيف تصنع أسطواناته .

الخطوة الأولى فى عمل أسطوانة الديكتافون هى أن تضع أسطوانة جديدة خالية على الديكتافون – وهى مصنوعة من الشمع – ثم يبدأ محرك الديكتافون فى إدارة الأسطوانة .

ثم يتحدث الشخص الذى يسجل الخطاب فى الديكتافون ، فتقابل الموجات الصوتية الصادرة منه لوحة رقيقة مصنوعة من مادة مرنة وتسمى الغشاء « ديافراجم » فتدفع الموجات الصوتية هذا الغشاء إلى الاهتزاز .

وفى وسط الغشاء إبرة يرتكز طرفها على الأسطوانة ، وعندما تدور الأسطوانة تحدث الإبرة عليها مجرى لها ، وعندما يهتز الغشاء تتحرك الإبرة من جانب إلى آخر ، فتحدث مجرى متموجاً فى الأسطوانة وتؤدى هذه الأسطوانة نفس عمل أسطوانة الحاكى . فيدار المحرك وتوضع الإبرة فى المجرى ، وعندما تدور الأسطوانة تتحرك الإبرة فى المجرى ، وعندما تنتقل من جانب إلى آخر تدفع الغشاء للاهتزاز فتصدر من الغشاء موجات صوتية تشبه الموجات الصوتية التى كانت قد أثرت فى الغشاء عند تعبئة الأسطوانة فى أول الأمر .

ألا ترى أن قصة سماع أسطوانة الديكتافون هى قصة تعبئتها نفسها بطريقة عكسية .

وقد كان المعتاد أن تعبأ أسطوانات الحاكى بالطريقة نفسها التى تعبأ بها أسطوانات

الديكتافون الآن ، ولكن يعبأ معظمها الآن بطريقة أحسن منها ، والإبرة التى تمر على الأسطوانة ليست مثبتة فى الغشاء ، وعندما تقع الموجات الصوتية على الغشاء تهتز ، فيقوم تيار كهربى بحمل هذه الاهتزازات إلى الإبرة فتكوّن مجرى محزوزاً ، كما تفعل فى أسطوانة الديكتافون بالضبط .

وفى الحاكى يمكن أن تثبت الإبرة التى تمر على الأسطوانة فى الغشاء مباشرة كما يحدث فى الديكتافون ، وكذلك يمكن أن تنتقل اهتزازات من الإبرة إلى الغشاء بتيار كهربى .

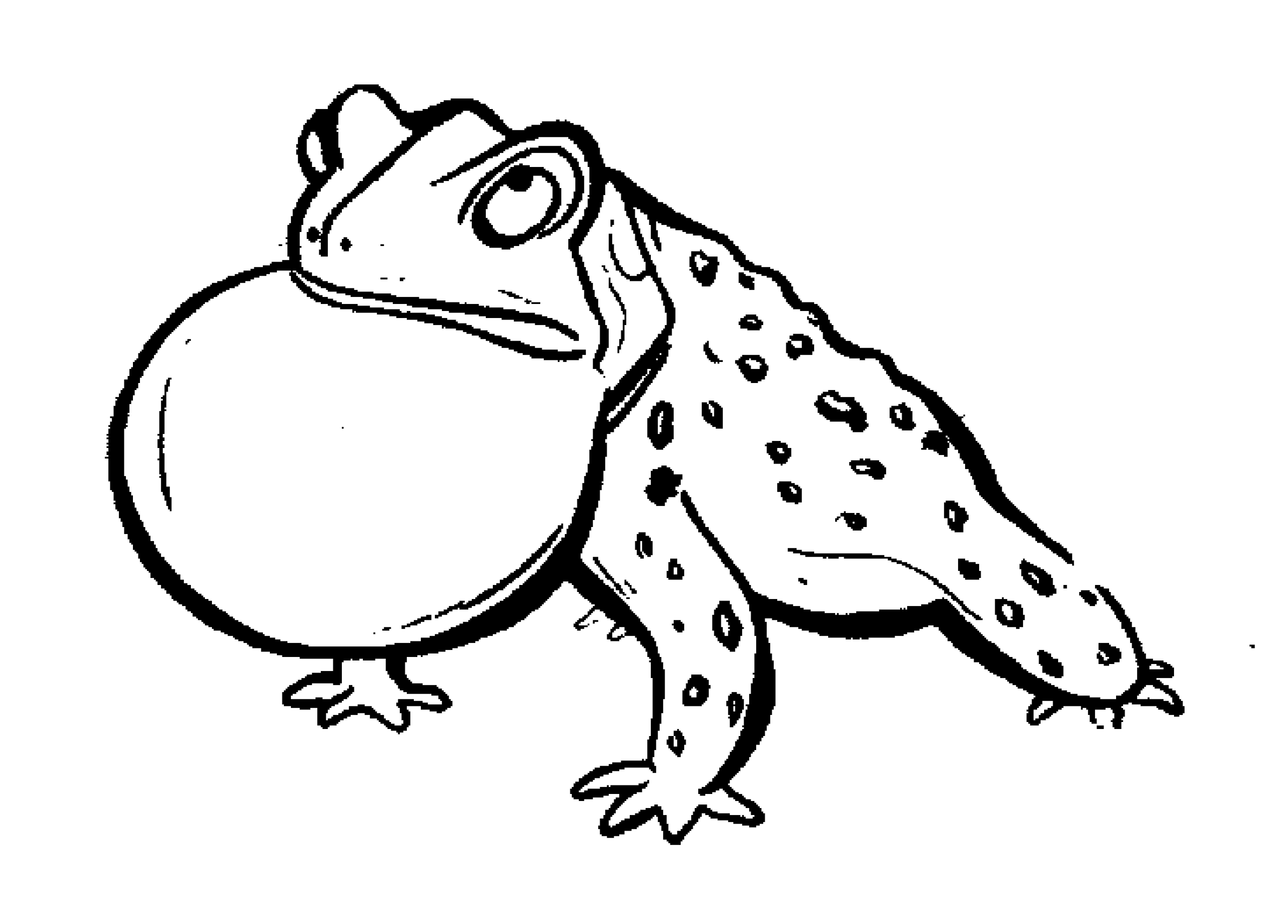
وربما تكون قد سجلت أسطوانات الحاكى بنفسك . وبعض أنواع الحاكى تستعمل لتسجيل الأسطوانات ، كما يستعمل بعضها الآخر لسماعها .

كيف نتكلم ؟

قد علمت ما فيه الكفاية الآن عن الصوت ، حتى إنك تعرف أنه عندما تتحدث لابد أن هناك جسما يهتز ، وهذا الجسم المهتز هو الحبال الصوتية ، وحبالك الصوتية وتران من الجلد الأبيض ، مشدودان على صندوقك الصوتى ، وصندوقك الصوتى فى حلقك ، وهو ما يسمى « تفاحة آدم » .

ويمكنك أن تتحسس تفاحة آدم بسهولة : ضع يدك على حلقك ، ثم ابتلع شيئاً ما تلاحظ تحرّك تفاحة آدم إلى أعلى وإلى أسفل .





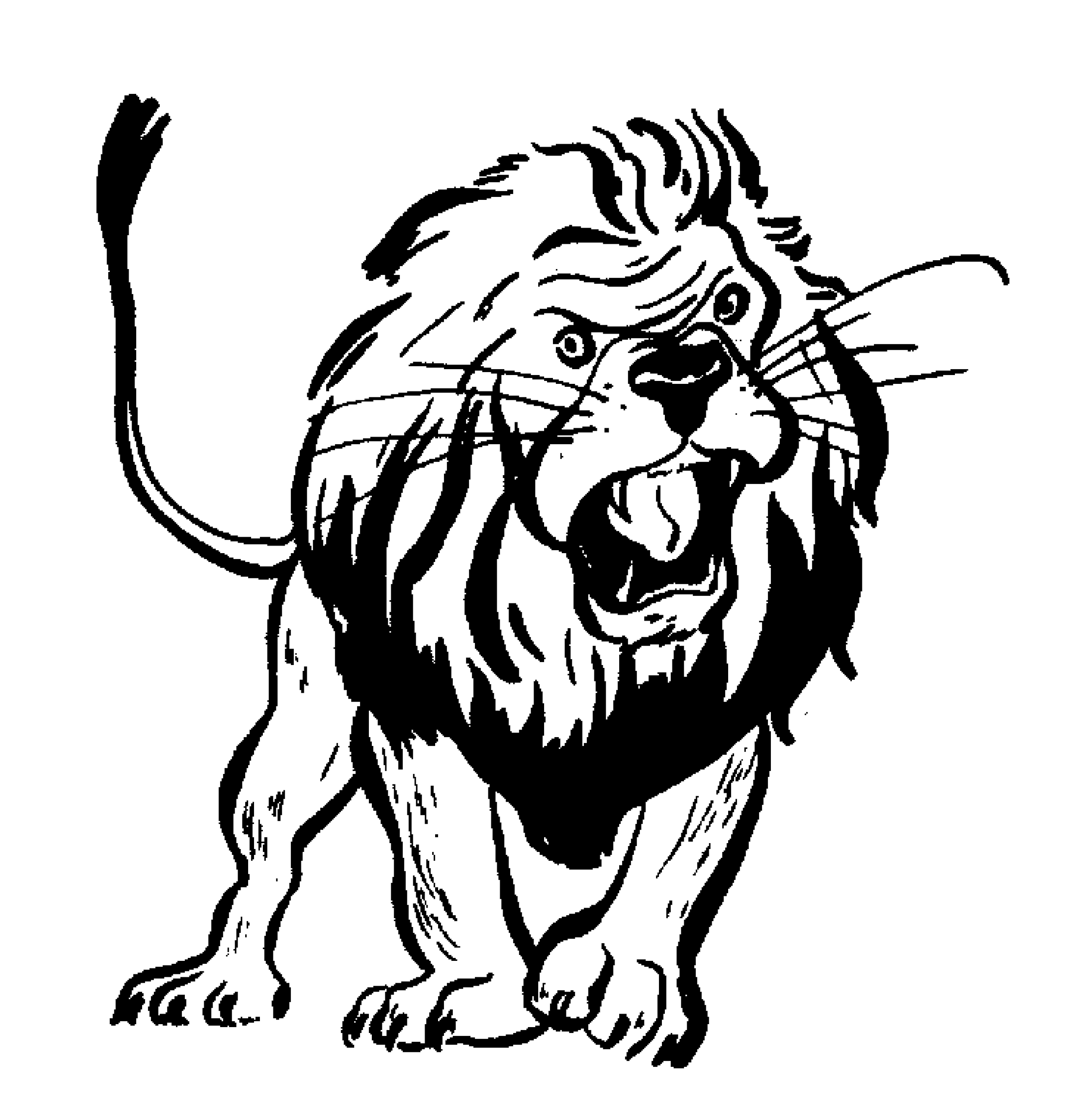
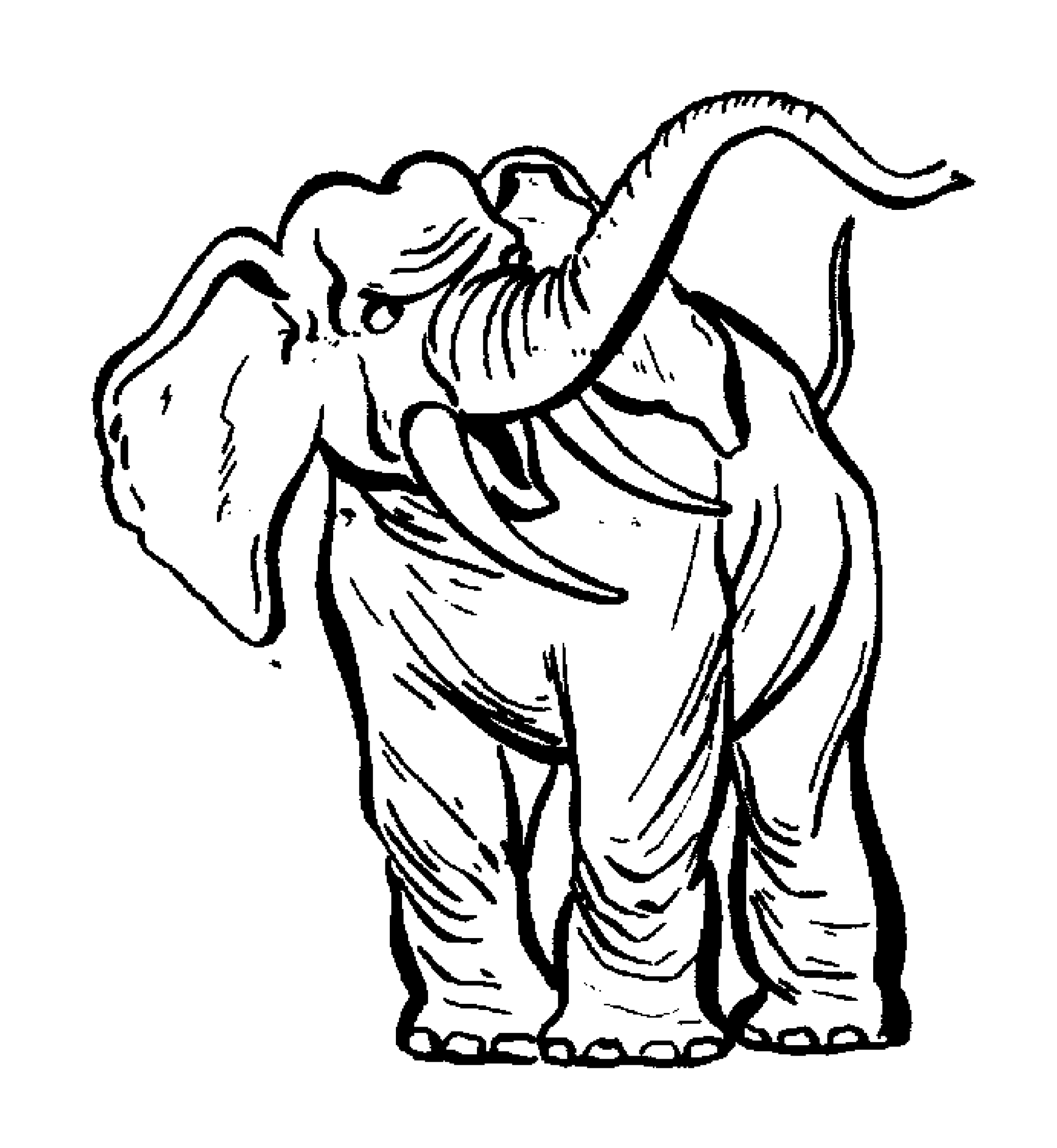
وعندما تتنفس ، شهيقاً وزفيراً ، يمرّ الهواء من حبالك الصوتية ، والهواء المار بين الحبال لا يجعلها تهتز ، إذ أنها تمتد فى صندوقك الصوتى وهى مرتخية جداً ، ولكن إذا أردت أن تتكلم ، فإنك بهذا تعمل على شد الحبال الصوتية فى صندوقك الصوتى ، ثم تدفع الهواء من رئتيك ليخرج من هذه الحبال فتهتز ، وتصدر منها موجات صوتية .

ويساعدك لسانك وشفتاك وأسنانك على تكوين الكلمات من الأصوات التى تحدثها حبالك الصوتية .

حاول أن تقول : « كان عند مريم حمل صغير » وفمك مفتوح ، ولسانك ثابت فى مكانه ، تجد أنه لن يمكنك ذلك ، لأنك لا تستطيع الكلام بحبالك الصوتية وحدها .

وكذلك لأنفك علاقة بالكلام أيضاً ، فإذا كان أنفك مسدوداً فإنك تجد من الصعب أن تقول بوضوح الكلمات التى فيها « م » أو « ن » ، وكثيراً ما يقول الناس عندما يصاب شخص بالبرد إنه يتكلم من أنفه ، ولكن الواقع أنه يفعل عكس ذلك تماماً « لأن الكلام حينئذ يخرج من الفم فقط » .

ويمكن لبعض الناس أن يتحكموا فى أصواتهم حتى يخيل إلينا أنها ليست آتية من الحلق بل من مكان آخر ، ونطلق على الشخص الذى « يلقى » بصوته أنه يتكلم من بطنه ، والشخص الذى يتكلم من بطنه يجعل صوته كأنه آت من لعبة أو دمية يمسك بها ، وبعض المتكلمين من بطونهم مشهورون فى برامج الإذاعة ، ولكن قد تشتهر الدمى التى يتكلمون باسمها ، أكثر مما تشتهر أسماء المتكلمين من بطونهم .

حيوانات أخرى تسمعنا أصواتها :

لسنا الحيوانات الوحيدة التى تحدث الأصوات ، فإن نقيق الضفادع أحد دلائل الربيع ، ويمكن للضفادع أن تنق لأن لها حبالا صوتية ، وقد كانت بعض فصائلها التى عاشت منذ ملايين السنين من أول الحيوانات فى العالم كله التى كان لها أصوات .

والضفدع الذى ترى صورته بصفحة ٢٥ يمكنه أن يحدث صوتاً أعلى مما تظن ، والانتفاخ الذى فى حلقه يساعده على ذلك مساعدة كبيرة .

وهذا الانتفاخ هو كيسه الصوتى يملؤه بالهواء ، ثم يدفع الهواء ليمر بين حباله الصوتية ، ولو لم يكن له هذا الكيس الصوتى لاحتاج إلى كميات أكبر من الهواء ليدفعها بين الحبال الصوتية ، وهذا هو السبب فى أنه يصدر أصواتاً عالية .

ولكثير من الحيوانات حبال صوتية ، وفى هاتين الصفحتين (٢٦ ، ٢٧) صور لبعضها .

وتختلف أصوات الحيوانات باختلاف نوعها ، فلا يمكن لإنسان أن يقول إن صياح الديك مثلا مثل صوت الفيل ، أو إن زئير الأسد كبطبطة البط ، ويمكن لكل إنسان أن يميز الفارق بين مواء القط ونقيق الضفدع .

وزئير الأسد من أقوى الأصوات التى يحدثها حيوان ، وقد تعلم الأسد كيف يستعمل

اللوحات الرنانة ، فهو يدفع رأسه ملاصقاً للأرض عندما يزأر ، فتقوم الأرض بدور اللوحة الصوتية العاكسة .

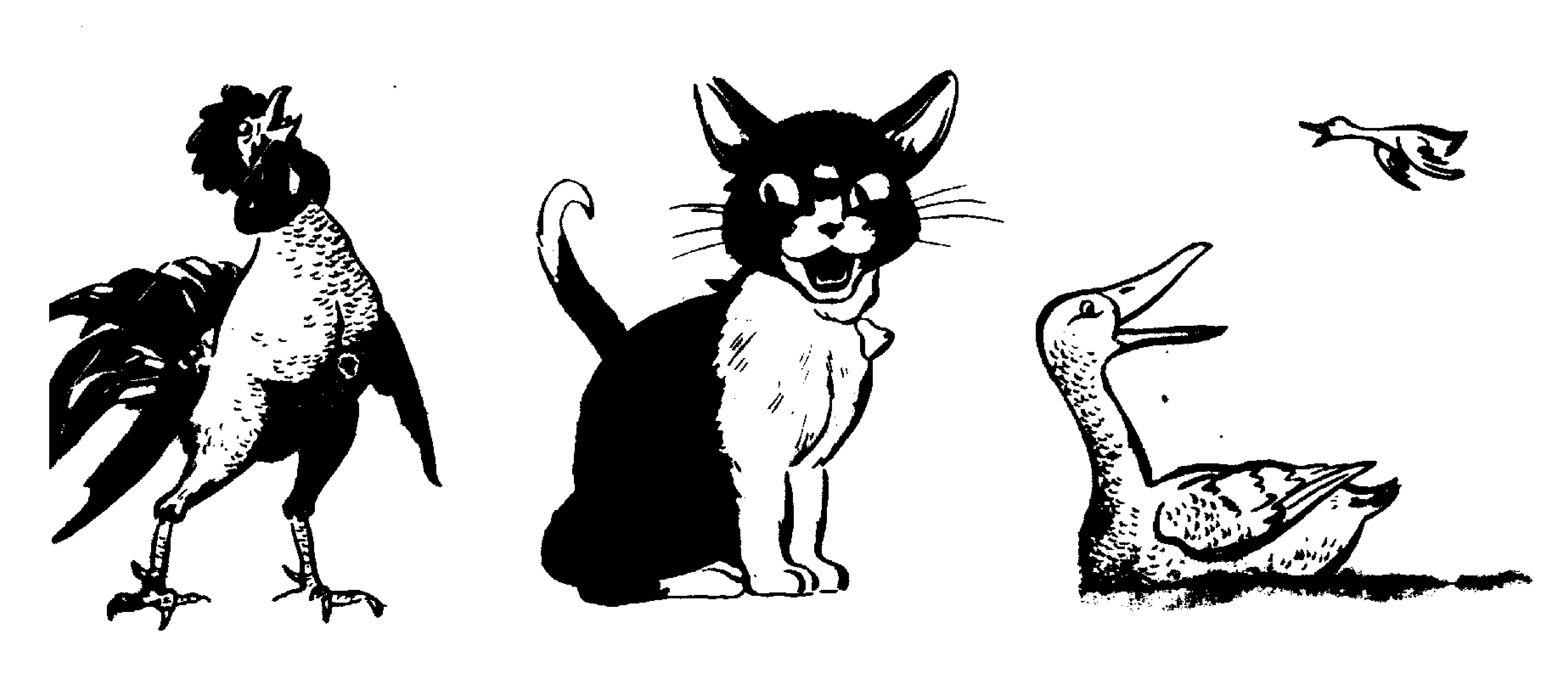
وبالرغم من أن الحيوانات الأخرى لها أصوات ، فإن الناس هم الحيوانات الوحيدة التى يتكلم بعضها مع بعض بكلمات منوعة .

وتستطيع الببغاء أن تتعلم كيف تردد الكلام ، كما يمكن لكثير من الطيور الأخرى أن تفعل ذلك أيضاً ، فهى تردد الكلمات نفسها التى تسمعها من أفواه الناس، ولكنها لا تعرف معنى هذه الكلمات التى تنطقها ، وهى لا تستعملها أبداً عندما يتحدث بعضها إلى بعض .

والحيوانات ذات الأصوات ليست الحيوانات الوحيدة التى تسمعنا أصواتها ، فإن « صرّار الليل » يزقزق ، وليس له صوت ، لأن له على أحد جناحيه جزءاً خشناً على شكل مبرد رفيع ، فيحكّ فيه الجناح الآخر فيهزّ الأجنحة ، ويحدث الزقزقة .

والبعوض يطنّ بتحريك أجنحته بسرعة عظيمة ، هكذا يفعل الذباب والنحل . و « نقّار الخشب » له أصوات ، ولكنها ليست جميلة ، فهو ينادى رفاقه بالقرع على شجرة أو عمود تليفون ، أو حتى على سطح علبة من الصفيح ، ويحدث كلب الماء صوتاً مرتفعاً ، وذلك بضرب الماء بمجداف ذيله .

وسميت بعض « الحيوانات بأسماء غير أسمائها الحقيقية » تبعاً للأصوات التى تحدثها ؛ فيطلق على العقاب الأخضر « الخنزير ذو الصفير » بسبب الصفير المضحك الذى يصدر منه ، و « كلب السمك » هو أحد الأسماك القلائل التى يمكنها أن تحدث صوتاً ، ولقد عرف الثعبان ذو الجرس بأصواته المميزة له .



كيف نسمع ؟

إننا نسمع بآذاننا ، كما تعرف طبعاً ، فإنها تلتقط الموجات الصوتية ثم ترسل الرسائل ، إلى المخ ، ثم نسمع .

وإذا طلب منك أن ترسم صورة للأذن ، فمن المحتمل أن ترسم صورة مماثلة كثيراً للصورة التى فى هذه الصفحة ، فهى صورة جيدة للأذن ، ولكنها تبين الجزء الخارجى فقط . ولا يمكن أن نسمع بهذا الجزء وحده .

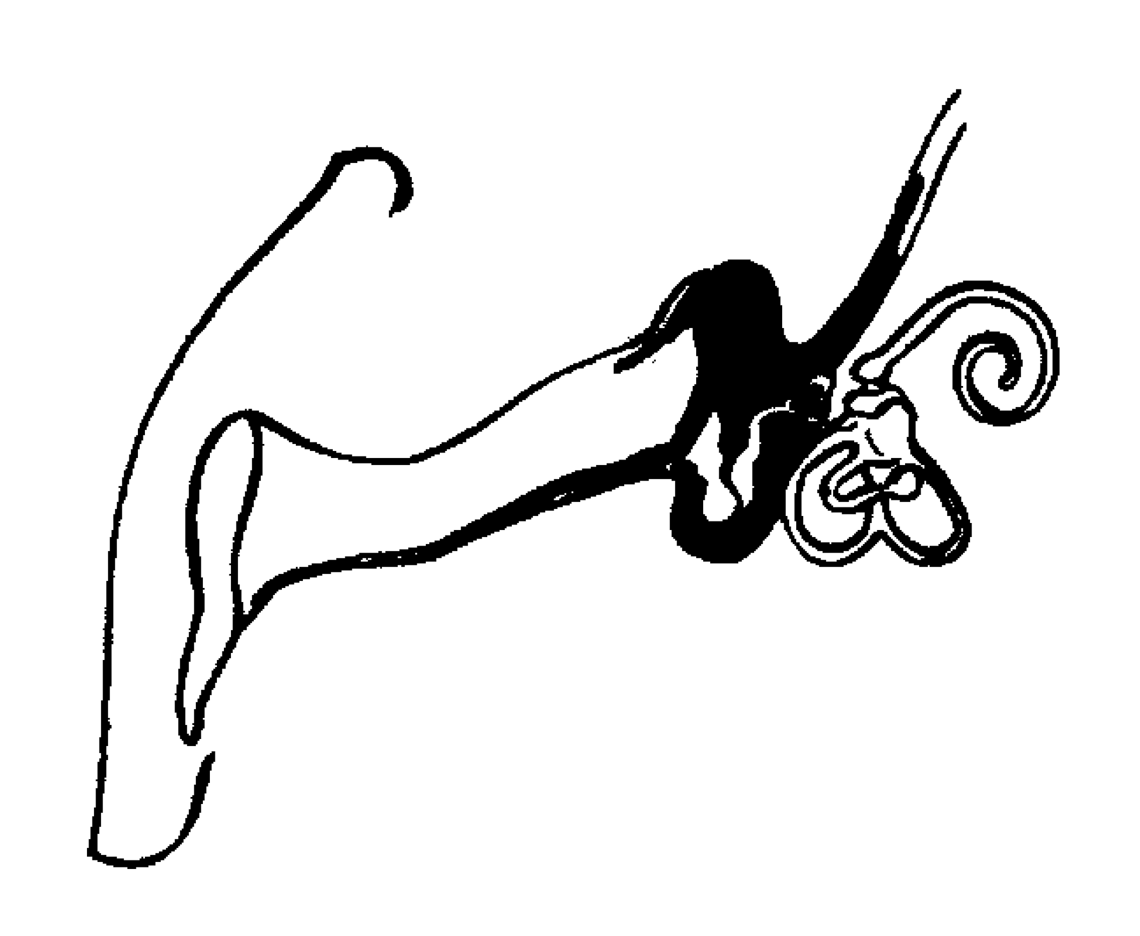
فهناك جزء من الأذن داخل الرأس ، وهذا الجزء هو الأذن الداخلية ، والأذن الداخلية أهم بكثير من الخارجية .

والصورة التى فى أعلى صفحة ٢٩ تبين الأذن الداخلية والأنبوبة التى تصل إليها من الأذن الخارجية ، وهناك غشاء رفيع من الجلد يغطى طرف هذه الأنبوبة وهذا الغشاء يشبه غشاء الطبلة ، ويسمى « طبلة الأذن » .

وهناك ثلاث عظام صغيرة ملاصقة لطبلة الأذن ؛ وهى المطرقة والسندان والركاب ، والمطرقة مثبتة فى طبلة الأذن ، ومن « الغرفة الصغيرة » حيث توجد المطرقة والسندان والركاب ، تخرج أنبوبة أفقية تصل إلى الحلق ، ولهذه الأنبوبة اسم طويل هو « أنبوبة إستاكيوس » — نسبة إلى مكتشفها .

والأعصاب الصوتية هى التى تحمل الرسائل إلى الجسم ، وهى تحمل الرسائل من كل أجزاء الجسم إلى المخ ، وكذلك تفعل العكس ، فتحمل الرسائل من المخ إلى كل أجزاء الجسم .





وأطراف الأعصاب التى تحمل الرسائل الصوتية إلى المخ موجودة فى جزء من الأذن على شكل « القوقعة » ، وهذا الجزء من الأذن مملوء بسائل ، فهل يمكنك أن تجد القوقعة فى هذه الصورة ؟ إن الصورة تبين أيضاً ثلاث أنابيب على شكل حدوة الحصان ، وتوجد فيها أيضاً سوائل ، وهذه الأنابيب ليس لها أية صلة بالسمع ، ولكنها هامة ، فإنها تساعدنا على الاحتفاظ بتوازننا حتى لا نصاب بالدوار « الدوخة » .

والأذن الخارجية تجمع الموجات الصوتية وترسلها إلى الأذن الداخلية . فإذا أمسكت الميجافون (وهو بوق كبير على شكل قمع يستعمل لتضخيم الصوت) ورفعته إلى أذنك ، فإنك تسمع بوضوح أكثر ، فالميجافون يجمع موجات صوتية أكثر مما تستطيع الأذن الخارجية جمعه ، ولو كانت آذاننا الخارجية مثل الميجافون ، لاستطعنا أن نسمع أحسن ، ولكن الآذان الكبيرة أيضاً تضايقنا ، وزيادة على ذلك فإن المدن الكبيرة كثيرة الضوضاء ، حتى إننا ربما لا نتحمل الضوضاء إذا سمعناها أكثر وضوحاً .

والموجات الصوتية تنتقل إلى طبلة الأذن ، فتدفعها إلى الاهتزاز ، ثم تدفع العظام الثلاث الصغيرة إلى الاهتزاز ، وهذه تحمل الاهتزازات إلى المخ .

ويمكننا أن نعرف من أى اتجاه يأتى الصوت ، ويساعدنا على ذلك أن لنا أذنين ؛ فإذا كان الصوت آتياً من اليمين فإن كلا من الأذنين تجمعان بعض الموجات الصوتية ، ولكن الموجات التى تصل إلى الأذن اليمنى تكون أقوى ، وإذا كان الصوت آتياً من أمامنا مباشرة ، فإن كلتا الأذنين تسمعانه على السواء .

أما الأنابيب الموصلة إلى الحلق فإنها لا تساعدنا على السمع ، ولكنها تساعد على حماية طبلة الأذن حتى يمكننا أن نسمع ، فهى تسمح للهواء بالدخول من الحلق إلى الجانب

الداخلى من غشاء الطبلة ، وهذا الهواء يساعد على حماية طبلة الأذن من التمزق نتيجة للأصوات المرتفعة .

وإذا كنت قد سافرت فى رحلة بالطائرة، فإنك تعرف أن المضيفة تمر عادة لتوزيع العلك (اللبان) لمضغه قبل أن تبدأ الطائرة فى رحلتها ، ثم توزعه ثانية قبل أن تهبط الطائرة .

ومضغ العلك يساعد على حماية طبلة الأذن . وليس فيه أية مساعدة فى حد ذاته ، ولكن عندما نمضغ شيئاً ، نستمر فى بلع اللعاب ، والبلع يساعدك على الحصول على الكمية الملائمة من الهواء فى الأنبوبتين الموصلتين من الأذن إلى الحلق .

ولكى تفهم كيف أن البلع يساعد على حماية طبلة الأذن ، لابد أن تعرف شيئاً عن ضغط الهواء ، فالهواء يضغط كل شىء يلمسه ، فيضغط من أعلى ومن أسفل ومن الجوانب .

والضغط الجوى هو مقدار دفع الهواء ؛ وكلما ازداد ارتفاعك فى الهواء ، قل ضغطه .

ولنفرض أنك ارتفعت فى طائرة ، وليكن لعدة ساعات ، فالضغط على جانبى طبلة الأذن سيكون أقل بكثير مما لو كنت على سطح الأرض ، فإذا كنت على وشك النزول سريعاً ، فإن الضغط على داخل الطبلة يزداد بمعدل سريع أيضاً ، ولذا فإن البلع عندما تمضغ العلك يساعد على دفع الهواء أكثر إلى الأنبوبتين الموصلتين من الطبلة إلى الحلق ، فتحفظ الطبلة من التمزق

وعندما تعرف أنه ستحدث ضوضاء عظيمة ، يكون من المستحسن أن تفتح فمك ،



وعندئذ يندفع الهواء إلى كل من جانبى الطبلة بمقدار أشد من المعتاد ، وبذلك لا تضر الضوضاء أذنيك .

هل سمعت شخصاً يقول إن أذنيه مسدودتان ؟ كثيراً ما تسد أذنا الإنسان عندما يصاب بالبرد ؛ فالبرد يعمل على تضخيم غشاء أنابيب استاكيوس وعندئذ لا يمكن أن يدخل هواء فى هاتين الأنبوبتين من الحلق إلى الأذنين ويصبح الضغط الهوائى على الطبلة من جانب واحد فلا يكون السمع طبيعياً .

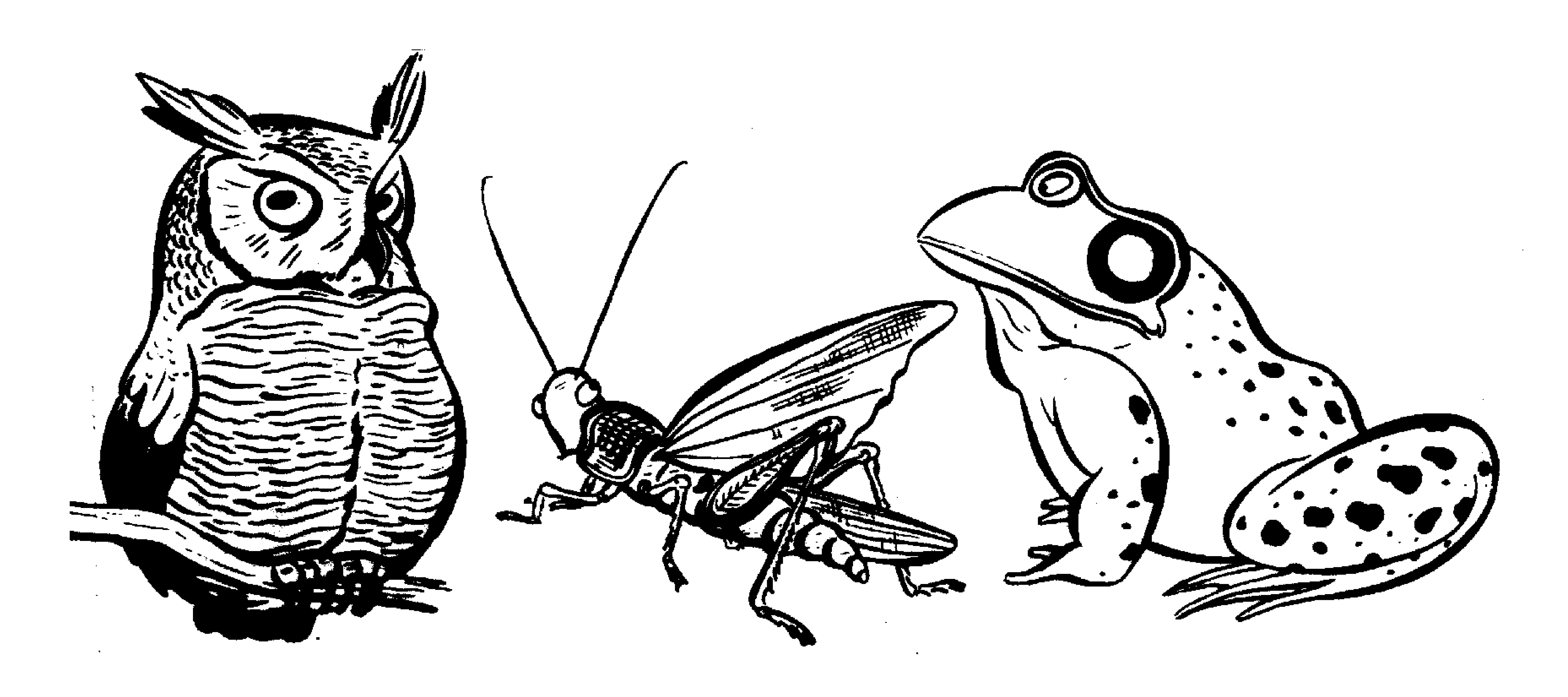
ومن الضرورى جداً أن تحافظ على أذنيك ، وإلا فإنك قد تصاب بالصمم ، ويعتقد كثير من الناس أن الصمم أسوأ من العمى .

- وأى شىء يضر الطبلة قد يؤدى إلى الصمم ، وصماخ الأذن « المادة الدهنية » الذى يكون فى أذنيك يساعد على حماية الطبلة من أن تصبح جافة وصلبة .

ويتكون قدر من الصماخ أحياناً حتى إنه لابد من إزالته، ولكن يجب ألا تزيله بأى جسم حاد ، وإلا فإنك قد تحدث ثقباً فى طبلة الأذن .

وقد يؤذى بعض الناس آذانهم بالذهاب للاستحمام فى مياه ملوثة بالجراثيم ، فإذا ذهبت للاستحمام فى مياه لا تثق بنظافتها ، وجب أن تضع غطاء للأذن من أى نوع .

وأنت تود طبعاً ألا تضر أذنى أى شخص آخر ، فلا تضرب أحداً على أذنيه ؛ فإن ضرب أى شخص على أذنيه قد يتلف طبلة الأذن ، ولا تطلق بندقية اللعب أو



تحدث أى صوت مرتفع بالقرب من أذنى أى شخص ، فإن الصوت المرتفع قد يمزق طبلة الأذن أيضاً ، وطبلة الأذن التى تصاب إصابة يسيرة قد تصلح من تلقاء نفسها ، فالثقب الصغير فى طبلة الأذن كثيراً ما يقفل .

ويصاب بعض الناس بالصمم حتى لو لم تصب الأذن بأذى ، وقد يكون السبب ناتجاً من الأعصاب التى تحمل الرسائل للمخ ، فإذا عجزت أذناك عن إرسال الرسائل إلى مخك ، فإنه لا يمكن أن تسمع مطلقاً .

ولنفرض أن شجرة قد سقطت من أعلى جبل ولم يكن حولها أحد لعدة أميال ، وكذلك لم يكن حولها حيوان من أى نوع ، فهل تحدث الشجرة أى صوت عندما تسقط ؟

لقد حيّر هذا السؤال كثيراً من الناس ، وهذه هى الإجابة عنه :

إن المسألة تتوقف على ما تقصده من الصوت ، فإذا كنت تقصد به التموجات الصوتية فالصوت إذن موجود . أما إذا كنت تقصد به الرسالة التى تنتقل من الأذن إلى المخ ، فإنه فى هذه الحالة لا يوجد صوت .

وعندما نتحدث عن النظر ، نستعمل الكلمتين « الضوء » و « الرؤية » ؛ فالضوء يصل إلى عيوننا ، أما الرؤية فهى نتيجة الرسالة الواصلة من العينين إلى المخ ، ولكن لا توجد مثل هاتين الكلمتين فى الصوت ، فإذا سألك أى شخص عن الشجرة المذكورة ، فلا بد أن يكون جوابك : « ماذا تقصد بالصوت ؟ »



آذان وآذان :

لسنا الحيوانات الوحيدة التى لها آذان ، فإن لكثير من الحيوانات الأخرى آذاناً أيضاً .

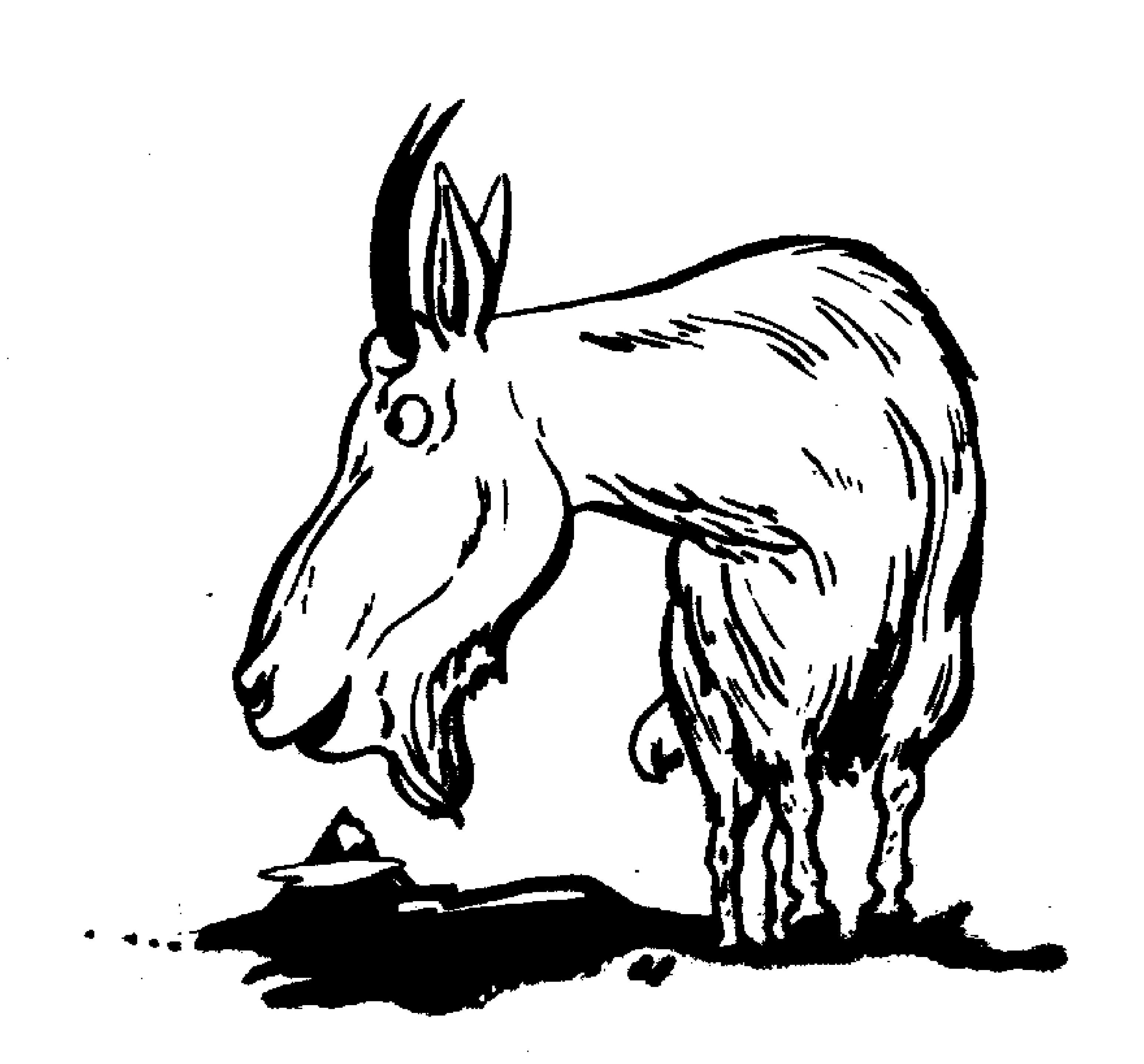
هل يمكنك أن تعثر على آذان كل الحيوانات الموجودة صورها فى الصفحتين ٣٠ و ٣١ وفى الصفحتين ٣٢ ، ٣٣ .

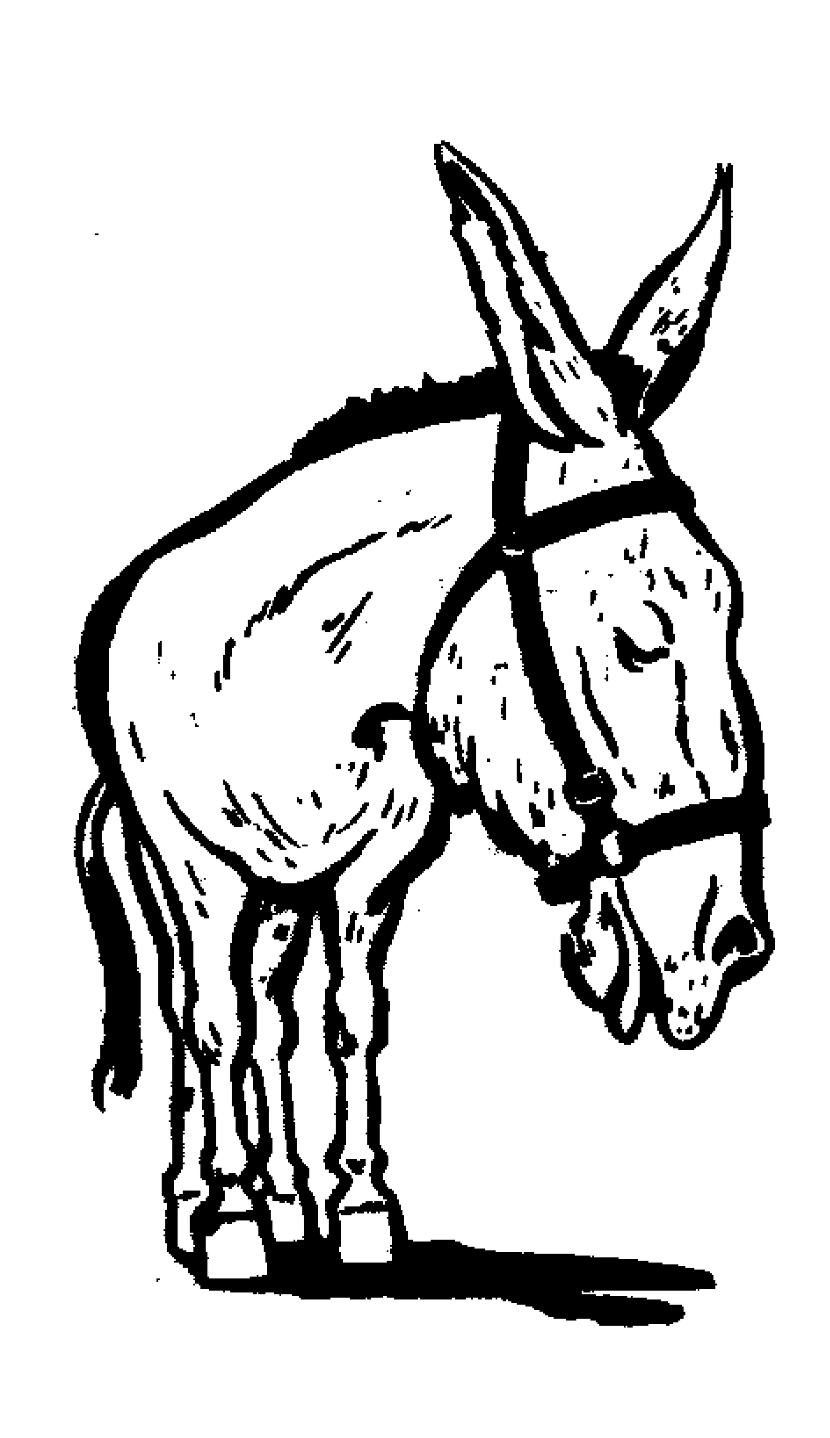
يمكنك طبعاً أن تعثر على معظمها ، ولكن هل يمكنك أن تعثر على آذان الضفادع أو السمك ؟ إن أذنى الضفدعة لا تظهران مثل آذاننا ، فهى حلقات تقع خلف عينيها بالضبط ، وهذه الحلقات تتكون من الجلد السميك ، وآذان الأسماك غائرة داخل رؤوسها ، فليس للأسماك آذان خارجية قط .

ولقد تظن أنه يمكنك أن ترى آذان البومة ذات القرون ، ولكن الواقع أنه لا يمكنك . فإن ما يبدو لك من آذان ليس إلا مجرد ريش ، إذ ليس للطيور آذان خارجية ، بل لها آذان داخلية تشبه آذاننا كثيراً ، كما أن لها فتحات تؤدى إلى آذانها الداخلية ، ولكن الريش يخفى هذه الفتحات .

وليس لكثير من الحشرات آذان ، فالنطاط إحدى الحشرات التى لها آذان ، ولكنك قد تقضى وقتاً طويلا قبل أن تعرف موضع أذنيه ، ذلك لأنك اعتدت أن تشاهد أذنى الحيوان فوق رأسه ، ولكن أذنى النطاط تحت جناحيه .

والآذان هامة جداً لكثير من الحيوانات ، فأذنا الأرنب مثلا تحميانه من أعدائه ، إذ ليس للأرنب أى سلاح للكفاح ، ولا يمكنه أن يهرب من أعدائه إلا بالاختفاء أو







الجرى بعيداً ، ولن يستطيع آن يعرف الوقت الذى يختبئ فيه ، أو المكان الذى يجرى إليه ، إذا لم تكن له آذان ملائمة .

ولا يمكن لكثيرين منا أن يحركوا آذانهم الخارجية ، ولكن ذلك ميسور لكثير من الحيوانات ، وربما شاهدت كلباً يرفع أذنيه ، وهذا يساعد الحيوان على تحريكهما فيحركهما إلى جهة الصوت لتزداد مقدرته على التقاط الموجات الصوتية .

وتستطيع بعض الحيوانات أن تسمع أفضل مما نسمع ، فهى تسمع الأصوات الخافتة التى لا نسمعها ، وزيادة على ذلك تستطيع بعضها أن تسمع الأصوات الحادة جداً ، أو الغليظة جداً التى لا نسمعها نحن .

وللكلاب آذان حساسة ، فهناك صفارات للكلاب لا يستطيع الإنسان أن يسمعها ولكن يمكن للكلاب أن تسمعها بسهولة ، وقد يكون عندك صفارة من هذا النوع لكلبك . والصوت التى تحدثه مثل هذه الصفارات حاد جداً ، لدرجة أن آذاننا لا تسمعه .

وقد احتار الناس منذ عهد بعيد فى سبب عدم اصطدام الخفافيش بالأجسام فى الظلام ، وافترض كثير من الناس فى التعليل لذلك أنها يمكنها أن ترى فى الظلام ، ولكنا نعرف الآن أن أولئك الناس كانوا مخطئين ، فالخفافيش يمكنها أن ترى فى الضوء الخافت ، ولكن لا يمكنها أن ترى فى الظلام الدامس.

أما تفسير ما حير الإنسان، فهو أن الخفافيش يمكنها أن تحدث أصواتاً تسمعها هى ، ولا نسمعها نحن . فعندما تطير الخفافيش فى الجو تحدث أصواتاً حادة جداً ، لا يمكننا أن نسمعها ، وأى جسم صلب بالقرب منها يعمل على انعكاس صدى هذه الأصوات .

وللخفافيش آذان حادة ، ولذا تستطيع أن تسمع هذه الأصوات التى ترشدها ، فلا تتصادم .

والآن هل تعرف ؟

١ ـ أن الأصوات نتيجة الاهتزازات ، وأن الاهتزازات تبعث موجات صوتية .
٢ ـ أن الصوت ينتقل فى بعض المواد أسرع مما ينتقل فى غيرها ، وأنه لا ينتقل فى الفراغ .
٣ ـ أن انتقال الصوت أبطأ من انتقال الضوء بكثير .
٤ ـ أن الموجات الصوتية قابلة للانعكاس .
٥ ـ أن بعض الأصوات أكثر شدة من غيرها .
٦ ـ أن بعض الأصوات أعلى درجات من غيرها .
٧ ـ أن بعض الأصوات يبهج ، وأن بعضها يغيض .
٨ ـ أن الضوضاء ناتجة من اهتزازات غير منتظمة ، وأن الموسيقى ناتجة من اهتزازات منتظمة .
٩ ـ أن أشياء متعددة فى مختلف أنواع الآلات الموسيقية تهتز فى أثناء حدوث الصوت .
١٠ ـ أنه يمكن عمل أسطوانات الصوت وتعبئتها .
١١ ـ أن حبالنا الصوتية تهتز عندما نتحدث أو نغنى .
١٢ ـ أننا نسمع بآذاننا .
١٣ ـ أن حيوانات كثيرة غيرنا لها أصوات .
١٤ ـ أن حيوانات كثيرة غيرنا تستطيع أن تسمع .



انظر بنفسك :

١ – اطرق شوكة رنانة ، وأمسكها فى الهواء ، ثم لاحظ كيف يكون الصوت واضحاً إذا طرقتها ووضعتها ثانية على مائدة خشبية عادية ، فهل يصبح الصوت أشد وضوحاً ؟ لابد أن يكون كذلك .

٢ – أعد بنفسك التجارب التى تدل عليها الصور (صفحات ٤ ، ٥ ، ٩) .

٣ – أحضر أشواكاً رنانة ذات درجات مختلفة كثيرة بقدر ما يمكنك ، واطرق الواحدة بعد الأخرى (بغطاء من المطاط فى نهاية قلم رصاص) لاحظ الأرقام المكتوبة على الأشواك الرنانة ، فإنها تدل على عدد ذبذبات فرعى الشوكة فى الثانية .

٤ – حاول إجراء التجربة التى تدل عليها الصورة فى صفحة ٣٤ واجعل السائل فى أنابيب الاختبار ماء ، ولاحظ أنه توجد كميات مختلفة فى كل منها .

انفخ فى أعلى الأنبوبة الأولى ، ثم فى غيرها ، فإن النفخ فى أعلى أنبوبة الاختبار يدفع الهواء فيها إلى الاهتزاز .

أى أنبوبة منها تعطى أعلى درجة ؟ يجب أن تكون هى الأشبوبة ذات أقصر عمود من الهواء ، وهذه التجربة ستساعدك على أن تفهم كيف يعمل الناى .

٥ – إذا كانت عندك آلة موسيقية صغيرة من أى نوع ، فأحضرها للمدرسة ليشاهدها زملاؤك . حاول أن تعزف عليها . ما الذى يهتز فى آلتك الموسيقية عندما تعزف عليها ؟ بين لزملائك كيف يمكنك أن تغير درجة الصوت الذى يصدر منها .

٦ – أحضر عدة قطع من المطاط وصندوقاً خشبياً صغيراً بدون غطاء .

أعد قراءة الفقرة الثانية من صفحة ١٧ . استعمل الصندوق وقطع المطاط لتبين أن الجملة الأخيرة من الفقرة صحيحة .

٧ – اعمل تليفوناً من وعاء من الصفيح واستعمله .

٨ – اربط بين عمود كهربى جاف وضاغط وجرس كهربى .

والصورة فى صفحة ٣٥ تريك كيف تفعل ذلك .

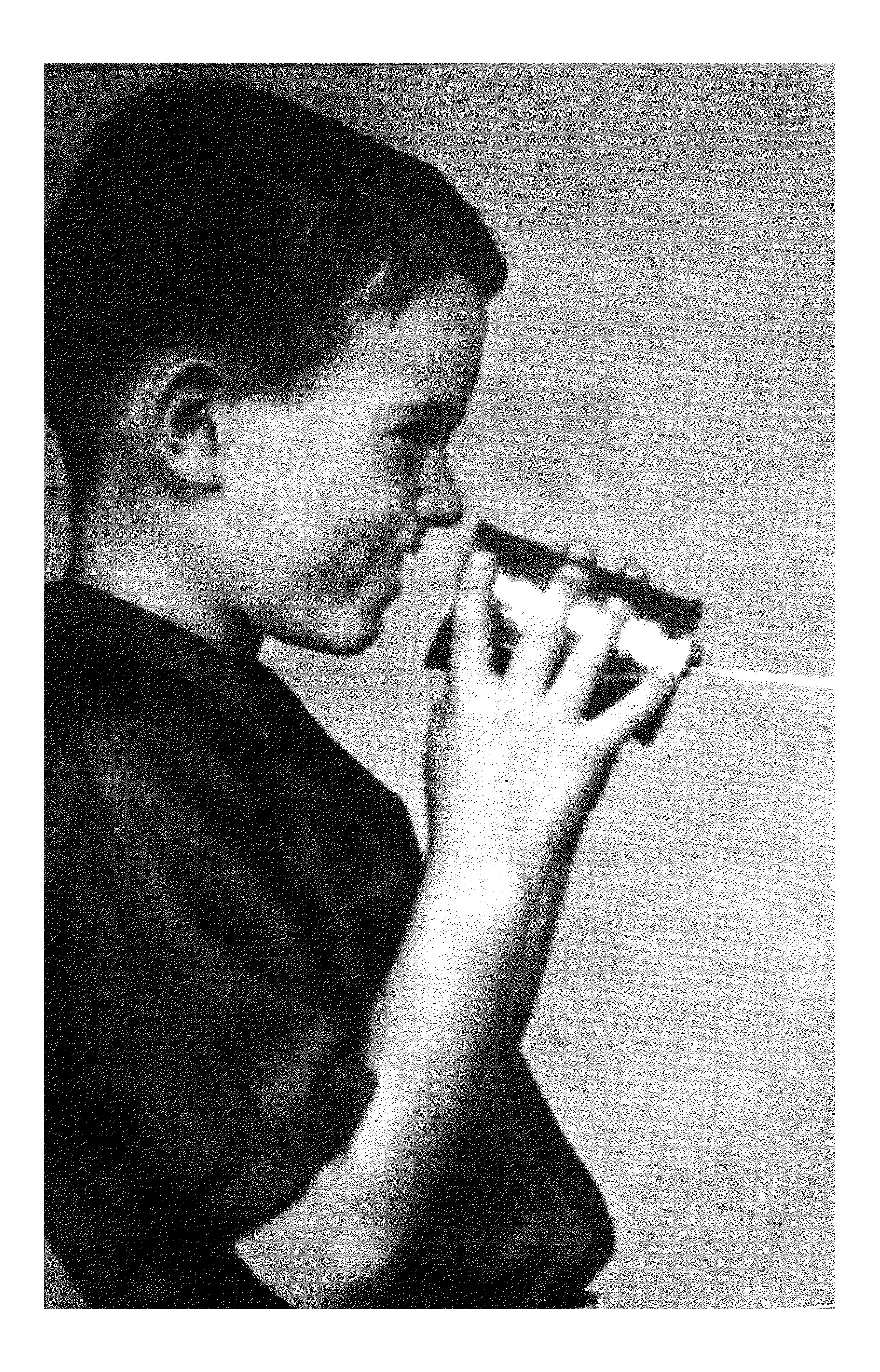
اضغط على الضاغط ولاحظ كيف تتحرك مطرقة الجرس إلى الخلف وإلى الأمام ، ثم المس الجرس ، فهل تشعر أنه يهتز ؟

٩ – أحضر حاملا نحاسياً للستار ، ثم المس أحد طرفى الحامل بإحدى أذنيك ، ودع شخصاً آخر يضع ساعة فى الطرف الآخر من الحامل ، ولاحظ كيف يمكنك أن تسمع دقات الساعة بوضوح .

رقم الإيداع		١٩٩٥/٥٥١١
الترقيم الدولى	977-02-4989-0	ISBN

٧/٩٥/٧٩

طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع.)




دار المعارف
٢١٥٤١٣
قرش
٤٠,٠٠